

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Estratigrafia da Bacia Carbonífera de Charqueadas - Santa Rita, RS, Brasil

Ana Emília Mendes Piccoli, Michael Holz, Jorge Antonio Degrazia Sarturi, Pierre Munaro, Wladmir Granitoff

Pesquisas em Geociências, 17 (17): 269-310, jan./abr., 1985.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21702>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan./abr., 1985.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

ESTRATIGRAFIA DA BACIA CARBONÍFERA DE
CHARQUEADAS – SANTA RITA, RS, BRASIL *

ANA EMÍLIA MENDES PICCOLI **
MICHAEL HOLZ **
JORGE ANTONIO DEGRAZIA SARTURI **
PIERRE MUNARO **
WLADIMIR GRANITOFF **

SINOPSE

A região em estudo abrange uma área de 1300km², localizada nos arredores da cidade de Charqueadas, a oeste de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Nesta área se localizam as jazidas carboníferas de Charqueadas e de Santa Rita, esta última à nordeste da área.

Objetivando a caracterização estratigráfica e paleoambiental destas jazidas, foram utilizados dados de testemunhos de sondagens das unidades Itararé e Rio Bonito (Bacia do Paraná), que serviram de base para a elaboração de mapas, seções de correlação, gráficos e análises de ciclicidade.

Estes estudos possibilitaram a delimitação das unidades Itararé e Rio Bonito através de critérios sedimentológicos e paleontológicos como cor de pelitos, estruturas sedimentares e conteúdo palinológico.

A seqüência sedimentar foi caracterizada como de origem lacustre, com leques aluviais de variável densidade associados, principalmente a norte-noroeste da região. O paleoambiente sofreu variações, sendo possível visualizar-se eventos de estagnação relacionados a oscilações no nível da água, ocasionando a formação de pântanos e o sucessivo afogamento destes por novas elevações, reimpondo-se condições lacustres. A transgressão marinha do Palermo cobriu os sedimentitos da Formação Rio Bonito com arenitos e pelitos de origem costeira, em associação com planícies de maré.

A paleotopografia da época de deposição das unidades basais Itararé e Rio Bonito se caracterizava pela presença de altos do embasamento a norte-noroeste da região e relativas extensões da bacia deposicional para nordeste e para o sul da área.

As camadas de carvão sofreram a influência dos paleoaltos, desaparecendo a noroeste, sendo relativamente contínuas no resto da bacia. Encontram-se falhadas, parcialmente destruídas por intrusões de diabásio, principalmente a nordeste, e erodidas ao sul, devido ao basculamento geral do pacote sedimentar para o norte.

* Trabalho realizado sob o patrocínio do Convênio UFRGS/FINEP, 05/03/83/0178/00 e CNPq
**Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências/UFRGS.
Trabalho recebido para publicação em 17 de outubro de 1984.

| | | | | |
|-----------|--------------|------|-----------|------|
| Pesquisas | Porto Alegre | n.17 | p.269-310 | 1985 |
|-----------|--------------|------|-----------|------|

ABSTRACT

Sedimentological analyses of about 80 drill cores from the Charqueadas – Santa Rita Coal Field, west from Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, have been made.

The large amount of data obtained on both coal and associated sedimentary rocks have allowed for many conclusions to be drawn. The Itararé Group is characterized by pelites of lacustrine origin and conglomerates and sandstones of alluvial fans, mainly in the northwestern region, where basement highs were present.

A shallow lacustrine and paludal system characterize the Rio Bonito Formation, comprising coal seams and associated pelitic sediments, as well as some paraconglomerates and sandstone layers.

The contact between these units is established by the colour of the pelites, differences in sedimentary textures, structures and palynological data.

A marine transgression caused the sediments of the Rio Bonito Formation to be covered by coastal sandstones and pelites of the Palermo Formation, of tidal flat origin.

At the present, the coal layers and sediments are eroded southward and slope gently to the north of the area.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores Breno Correa da Silva F^o, Marleni Marques-Toigo e Zuleika Carreta Correa da Silva pelas proveitosas sugestões e minuciosa revisão dos textos, à desenhista Flavia Boyen pela execução das representações gráficas, e à CPRM, CRM e COPELMI, pela cedência de sondagens, relatórios e mapas que serviram de base para este trabalho.

INTRODUÇÃO

Com a finalidade de caracterizar as rochas sedimentares basais do Supergrupo Tubarão na área de Charqueadas-Santa Rita, foi realizado um trabalho de pesquisa como parte de um estudo geológico integrado das bacias carboníferas da Região Leste do Estado do Rio Grande do Sul. Especificamente, foram analisados os carvões, folhelhos carbonosos e rochas associadas, visando a definir a evolução geológica e paleogeográfica destas jazidas.

Considerando-se a pequena Jazida de Santa Rita, a nordeste da área, como uma extensão da Jazida de Charqueadas, situada a sudoeste (Fig. 1), realizou-se a correlação de sedimentitos do Grupo Itararé e da Formação Rio Bonito, Grupo Guatá, com ênfase nas camadas de carvão.

A região estudada localiza-se na porção centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 29°47' – 30°03' sul e 51°14' – 51°42' oeste, compreendendo uma superfície de aproximadamente 1300 km² (Fig. 1). Encon-

tra-se inserida, na sua maior parte, nas folhas de São Jerônimo (SH-22-1-III-4) e Morretes (SH-22-1-IV-3) e atinge ainda, parcialmente, as folhas adjacentes de Arroio dos Ratos (SH-22-0-I-2), Guaíba (SH-22-0-II-1), Porto Alegre (SH-22-0-II-2) e São Leopoldo (SH-22-1-IV-4). A leste encontra-se a Jazida Carbonífera de Gravataí-Morungava e a sudoeste a Jazida de Arroio dos Ratos e Faxinal.

A área é cortada longitudinalmente pelo Rio Jacuí. O Rio Caf passa na sua porção nordeste, o Arroio dos Ratos a sudoeste e o Guaíba localiza-se a sudeste.

Como vias de acesso, apresenta a rodovia BR-386 (Tabaí-Canoas), que passa pela Jazida de Santa Rita; a BR-290, na extremidade sudeste e o Tronco Principal Sul da Rede Ferroviária Federal (Porto Alegre-Roca Sales), além de várias estradas estaduais e municipais.

As sondagens que serviram de base a este trabalho, em número de 80, distribuem-se por toda a região abrangida pela Jazida de Santa Rita e na porção centro-sul da área que é considerada neste estudo como parte da Jazida de Charqueadas, além de alguns furos dispersos na direção oeste (Fig. 1). A maior concentração ocorre nas regiões nordeste e centro-sul, onde atualmente é pesquisado carvão pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM-Jazida de Santa Rita) e minerado pela Companhia de Pesquisa e Lavras Minerais (COPELMI — Jazida de Charqueadas).

METODOLOGIA

O estudo das rochas sedimentares foi baseado na análise de 12 testemunhos de sondagens completos, descritos detalhadamente segundo o método de BOSSI, PICCOLI & ANDREIS (1979), utilizando-se o modelo de SELLEY (1978), modificado, para a elaboração das seções colunares (Figs. 3 a 11).

Além destas, foram utilizadas mais 68 sondagens, algumas incompletas, executadas e descritas pela CRM, CPRM e COPELMI, que serviram de apoio ao estudo e à análise estratigráfica.

Todas estas sondagens permitiram a confecção de perfis, bem como o estabelecimento de uma série de critérios utilizados para distinguir as rochas das unidades Itararé e Rio Bonito na área em estudo.

Estes perfis foram criteriosamente analisados, levantando-se cinco parâmetros diferenciais:

1. Espessura das camadas:
 - 1.1) até 0,05m = camadas muito finas.
 - 1.2) de 0,05 a 0,6m = camadas finas.
 - 1.3) mais de 0,6m = camadas espessas.

2. Cores apresentadas pelos pelitos:

Segundo a "Rock Color Chart", da Geological Society of America (GSA), foram agrupadas da seguinte maneira:

- 2.1) N1 a N4 = preto.
- 2.2) N5 a N8 = cinza.
- 2.3) cores Y e YG = verde.
- 2.4) cores R e RP = bordô.

3. Texturas ocorrentes em cada unidade:
 - 3.1) carvão.
 - 3.2) pelito carbonoso
 - 3.3) argilito.
 - 3.4) siltito.
 - 3.5) arenito (fino, médio e grosseiro).
 - 3.6) ortoconglomerado.
 - 3.7) paraconglomerado.
4. Tipos de estruturas sedimentares:
 - 4.1) camadas maciças.
 - 4.2) estatificações: plano-paralela, “flaser”, ondulada (“wavy”), lenticular, cruzada, etc.
 - 4.3) bioturbação.
 - 4.4) perturbação vegetal.
 - 4.5) restos vegetais indiferenciados.
 - 4.6) fraturas preenchidas (por calcita, pirita ou óxido de Fe).
 - 4.7) nódulos e concreções.
5. Ocorrências e tipos de esporos e pólenes em cada unidade:
 - 5.1) relação de frequência entre monossacados/bissacados e esporos.

Todos os furos foram estudados estatisticamente levando-se em conta o número de vezes que cada um dos critérios sedimentológicos ocorre nas diferentes unidades estratigráficas, excetuando-se os esporos e pólenes, os quais não sofreram este tratamento.

Os dados obtidos foram transformados em percentuais e divididos em cinco classes de frequência, segundo o esquema abaixo:

- a) classe 0 = feição ausente.
- b) classe A = até 10% – raro.
- c) classe B = de 10 a 45% – presente.
- d) classe C = em torno de 50% – freqüente.
- e) classe D = mais de 50% – muito freqüente.

No final deste processo, obteve-se uma tabela com a classe de frequência atribuída a cada critério nos respectivos furos. Deste modo, conseguiu-se uma primeira visualização da distribuição dos diferentes critérios no Itararé e Rio Bonito. Afim de aperfeiçoar e poder expressar esta observação, tanto numérica como graficamente, foi calculada uma média para cada furo, baseada nos valores anteriormente obtidos, resultando, deste modo, um valor percentual médio para cada critério em cada uma das unidades.

Finalmente foi realizada a comparação entre as duas unidades, utilizando-se as diferenças relativas, segundo a fórmula:

$$100 - \left(\frac{C_2 \times 100}{C_1} \right) = d_r$$

onde:

C_1 = percentagem menor de determinado critério na unidade.

C_2 = percentagem maior de determinado critério na unidade.

d_r = diferença relativa.

Tanto os valores absolutos de ocorrência em cada unidade como também as diferenças relativas, calculadas conforme indicado acima, estão relacionados em um gráfico (Fig. 12) que traduz todos os resultados obtidos.

Foram elaborados mapas de contorno estrutural do embasamento, isopáquicos, litofaciológicos e de contorno estrutural das diferentes unidades, baseando-se em todos os dados disponíveis. Estes mapas serviram como subsídios à interpretação da sedimentologia e da paleogeografia da área (Figs. 13 a 29).

O estudo de ciclicidade das seqüências sedimentares, segundo o método proposto por SELLEY (1970), foi realizado em três furos de sondagens: GB 07 RS, GB 05 RS e S 34 (Figs. 3 a 5), e comparado com o trabalho de PICCOLI & PAIM (1982) para a Jazida de Santa Rita (Figs. 6 a 9). Esta análise permitiu o reconhecimento de ciclos e subciclos de sedimentação em cada unidade, definidos estratigraficamente que serviram como auxílio à caracterização dos sistemas que atuaram à época de deposição das rochas estudadas.

A partir da análise, descrição e revisão crítica de todos os testemunhos de sondagens existentes, foram selecionados 14 furos para a composição da seção estratigráfica em perspectiva, representada na Fig. 30.

O objetivo da elaboração desta seção composta é de permitir uma visualização global do comportamento das camadas de sedimentitos e de carvão da área. A seção, em planta, possui a forma de um "V" fechado para nordeste. Utilizou-se a perspectiva cavaleira à direita, com 45° de rotação para nordeste. As distâncias horizontais foram reduzidas em 10%, para melhorar a perspectiva; a escala dos perfis de sondagem foi escolhida de acordo com a necessidade técnica do desenho, já que era preciso representar o máximo de detalhe na seção, compatível com a escala do mapa. Como datum utilizou-se o contato entre o Grupo Itararé e a Formação Rio Bonito.

A correlação das camadas carbonosas teve como base um estudo palinológico de detalhe (MARQUES-TOIGO et alii, 1982, 1983).

Com o auxílio dos dados obtidos a partir da descrição dos furos de sondagens, mapas, estudo de ciclicidade e seções estratigráficas de correlação, foi realizada a análise e interpretação da estratigrafia e da história geológica da área (Figs. 30, 31 e 32).

A visualização do comportamento dos sedimentitos na bacia tornou-se difícil devido à concentração de furos de sondagens nas áreas onde explora-se carvão atualmente. As sondagens analisadas não abrangem com a mesma densidade toda a área da jazida, dificultando a interrelação dos dados.

Como este trabalho visa a estudar não só o carvão, mas também as rochas sedimentares associadas e discorrer sobre a sua gênese, a pequena quantidade de sondagens que atingem o embasamento limitou, em parte, a coleta de dados.

BORTOLUZZI et alii (1982) apresentam a geologia e a estratigrafia da região carbonífera de Santa Rita e efetuam a correlação dos conjuntos das camadas de carvão desta bacia com os de Charqueadas. O conjunto superior da Jazida de Santa Rita (SR-1) corresponde às camadas MB e SB da área de Charqueadas, o intermediário (SR-2) à camada I₁F e o inferior (SR-3) é correlativo à I₂B e I₃F. Os autores sugerem que a bacia é do tipo límico, tendo os carvões se formado em condições autóctones e hipoautóctones. Neste trabalho, é feita uma revisão detalhada das principais pesquisas relacionadas à área de Charqueadas-Santa Rita, desde 1917 a 1978.

Em 1981, PICCOLI & BORTOLUZZI apresentam um estudo paleogeográfico das seqüências Itararé e Rio Bonito na região de Santa Rita. Estudos de testemunhos de sondagens, confecção de mapas estruturais, isopáquicos e litofaciológicos indicam que as rochas do Grupo Itararé são resultado de um processo do tipo remoção em massa de áreas elevadas para um ambiente lacustre, enquanto que a sedimentação da Formação Rio Bonito teve origem em ambiente palustre de mangues e pântanos. Ficou evidenciada a presença de uma feição positiva do embasamento, de orientação nordeste, ativa e parcialmente exposta ao tempo Itararé e recoberta durante a sedimentação da Formação Rio Bonito.

PICCOLI & PAIM (1982) estudam a ciclicidade das rochas do Supergrupo Tubarão nesta área. Os autores definem um ciclo ideal para a deposição do Grupo Itararé, dividido em dois subciclos que evidenciam sedimentação em leques aluviais associados a depósitos subaquáticos e paludiais. A Formação Rio Bonito compreende sedimentitos originados em ambiente palustre gradando para transicional, definido em um ciclo com dois subciclos de posição estratigráfica definida.

MARQUES-TOIGO et alii (1982) em estudo palinológico das camadas de carvão da Jazida de Santa Rita, citam que o ambiente deposicional das camadas carbonosas seria hidrófilo-higrófilo, variando para higrófilo-mesófilo no topo da seqüência. É sugerida para a Formação Rio Bonito uma idade correspondente ao Permiano Inferior, provavelmente Artinskiano-Kunguriano.

CAZZULO-KLEPZIG et alii (1982) reconhecem, em quatro furos de sondagem na Bacia de Santa Rita, uma associação esporopolínica apresentando variações em sua constituição, atribuídas a mudanças ambientais à época de deposição das unidades Itararé e Rio Bonito. Os dados obtidos permitem concluir que ocorrem modificações na composição da microflora quando se comparam siltitos e carvões. Um comportamento similar a este é observado em outras bacias carboníferas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

GUERRA-SOMMER & RODRIGUES (1982) estudam e classificam as cutículas dispersas nos carvões e sedimentitos associados em amostras de dois furos de sondagens da Jazida de Santa Rita. Os dados obtidos permitem àqueles autores supor que a deposição ocorreu em um ambiente subaquático de baixa energia.

CORREA DA SILVA et alii (1982) utilizando a sondagem P₄ da Região de Santa Rita, apresentam a caracterização petrográfica e palinológica das camadas carbonosas SR-1, SR-2 e SR-3, tecendo, inclusive, considerações sobre a variação de facies orgânicas e ambientes deposicionais.

SILVA FILHO (1982) estuda alguns elementos traços (V, B, Ga, Cu, Co, Ni e Cr) em amostras de carvão e siltitos carbonosos da Jazida de Santa Rita. Os resultados mostram uma afinidade do B, V e Cr com a matéria orgânica, enquanto que o Ga mostra uma associação com a fração inorgânica das camadas. O autor chama atenção para o fato de que a utilização de gráficos V x B para interpretações paleoambientais nem sempre são válidos, podendo levar a resultados enganosos. Este mesmo autor já havia executado o mesmo tipo de análise de elementos traços na jazida de Morungava (1980), indicando que, associado à fração orgânica naquela jazida observavam-se o V, B, Co, Cu, e Zr, enquanto que o Ga e o Sr demonstravam uma afinidade maior com a fração inorgânica.

Em 1983, MARQUES—TOIGO et alii estudam a sucessão de microflora nas camadas I₂B, I₁F e MB da bacia carbonífera de Charqueadas. A camada I₂B é caracterizada pela significativa representatividade de formas *Incertae Sedis*; na camada I₁F, os gêneros *Maculatasporites* e *Anguisporites* são marcantes e, na camada MB, predominam *Cyclogranisporites* e pólenes do grupo Saccites. As autoras afirmam que as camadas são lateralmente correlacionáveis em toda a extensão da área estudada e que o ambiente predominante durante a deposição das camadas de carvão apresentava características higrófilas.

PICCOLI et alii (1983), apresentam um estudo das facies sedimentares e orgânicas da bacia de Santa Rita. Os dados revelam uma variação lateral de facies bem marcada, representando a evolução de um ambiente subaquático para um ambiente subaéreo, condicionado pela variação do nível d'água e pela topografia irregular do embasamento. O carvão teria se originado em ambientes limno-telmáticos e, secundariamente, em pântanos de florestas ("forest terrestrial moor").

PICCOLI et alii, também em 1983, apresentam um estudo de correlação entre as principais camadas carbonosas da citada bacia, utilizando dados palinológicos e sedimentológicos. As associações esporopolínicas encontradas nas rochas do Grupo Itararé são de maneira geral similares àquelas encontradas em rochas da Formação Rio Bonito, de modo que as autoras concluem que entre as unidades citadas existe uma transição, evidenciada também pelos dados sedimentológicos.

CORREA DA SILVA et alii (1984) apresentam um estudo global da geologia da bacia carbonífera de Santa Rita, com ênfase à caracterização das diversas camadas de carvão e das rochas associadas quanto aos parâmetros físicos, químicos e paleobotânicos, efetuando também análises geoquímicas e uma integração dos diversos dados com vistas à caracterização da evolução da bacia de sedimentação.

CORREA DA SILVA (1984) estabelece facies de carvão para as camadas SR-3, SR-2 e SR-1 da Jazida de Santa Rita, com referência ao ambiente de formação das turfeiras, sua comunidade vegetal e a variação do nível d'água na turfeira. As características das camadas são indicativas de uma origem predominantemente subaquosa para a camada SR-3. A camada SR-2 foi formada em um ambiente pantanoso aberto, variando para condições limnotelmáticas. A camada SR-1 indica uma predominância do ambiente de pântanos limnotelmáticos, passando gradualmente para condições de pântano florestado.

Afloram na região as rochas de Embasamento Cristalino, pertencentes ao Grupo Cambaí e os sedimentitos das formações Estrada Nova, Rosário do Sul, Botucatu e Serra Geral. A sedimentação recente está representada principalmente pelos aluviões depositados nas planícies de inundação dos rios Caí, Jacuí e Guaíba, segundo CARRARO et alii, 1974 (Fig. 2).

As rochas do embasamento situam-se ao sul da área, constituindo-se em migmatitos homogêneos e heterogêneos, ectinitos e granitos associados.

A Formação Estrada Nova ocupa uma estreita faixa com direção aproximadamente norte-sul, situada a nordeste. Está constituída por siltitos arenosos e arenitos muito finos, rosados ou de cor avermelhada, com manchas esverdeadas irregulares. Os estratos geralmente são laminados, em geral horizontalizados. Raramente ocorrem pelitos argilosos associados. As espessuras desta unidade na área oscilam entre 10 e 20 metros (COULON, 1974).

A Formação Rosário do Sul possui a maior exposição na área, situando-se na porção norte. Está representada por arenitos vermelhos, muito finos, pobre e moderadamente classificados, apresentando estratificações cruzadas acanaladas. Ocorrem siltitos e arenitos vermelhos associados, exibindo estratificações plano-paralelas. A espessura da unidade na região varia entre 10 e 30 metros (COULON, op. cit.).

A Formação Botucatu aflora em uma "ilha" de forma aproximadamente circular, situada a nordeste, próximo a seu limite norte. É constituída por arenitos feldspáticos finos a médios, com grãos arredondados e subangulares, exibindo estratificações cruzadas de grande porte e alto ângulo.

A Formação Serra Geral apresenta-se em dois corpos extrusivos distintos de pequenas dimensões, situados na porção central da área. São constituídos por lavas basálticas toleíticas.

Os sedimentos quaternários ocorrem nas margens dos rios e são representados por areias finas a grossas, intercaladas com areias argilosas, argilas arenosas e argilas. As espessuras variam de 5 a 15 metros (COULON, op. cit.).

Estas litologias resultam em um relevo formado por colinas baixas (20 a 50 metros) que atingem maior altitude (130 metros) ao norte da área, domínio da Formação Rosário do Sul.

ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA

A seqüência sedimentar estudada corresponde, na sua porção inferior, ao Grupo Itararé e, na superior, à Formação Rio Bonito do Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão, segundo a coluna estratigráfica proposta por SCHNEIDER et alii (1974) para a Bacia do Paraná como um todo.

O Grupo Itararé é tratado como indiviso, devido às litologias descritas na área de estudo não serem correlacionáveis a nenhuma das três formações propostas por SCHNEIDER et alii (op. cit.) para este grupo. As características litológicas não permitem correlação, embora exista certa semelhança com a Formação Rio do Sul,

unidade superior do Grupo Itararé, assim como com as outras formações deste grupo (Mafra e Campo do Tenente). Além da litologia, existem problemas na comparação dos ambientes deposicionais e de idades destas rochas; os sedimentos do Grupo Itararé no estado são mais antigos do que as idades atribuídas por SCHNEIDER et alii (op. cit.) quando propuseram as formações do grupo. Segundo dados de paleobotânica (CORREA DA SILVA & ARRONDO, 1977) e palinologia (GUERRA-SOMMER et alii, 1979), a idade do Grupo Itararé no Rio Grande do Sul corresponde ao Permiano Inferior (Sakmario-Artinskiano).

Estudos específicos, que visam ao estabelecimento de uma coluna estratigráfica para as rochas do Itararé no Rio Grande do Sul, mostram a impossibilidade de correlacionar esta unidade com a coluna geral existente (SCHNEIDER et alii op. cit.). Desta maneira, prefere-se, por enquanto, trabalhar com o Grupo Itararé como indiviso.

A Formação Rio Bonito, unidade basal do Grupo Guatá, encontra-se sobreposta aos sedimentitos do Itararé através de contato concordante.

Pelas características litológicas encontradas, não foram individualizados nenhum dos três membros propostos por SCHNEIDER et alii (op. cit.) para esta formação.

Ocorre uma transição entre as rochas do Itararé e as do Rio Bonito na área, o que muitas vezes dificulta a delimitação destas unidades, uma vez que, com exceção das camadas de carvão, as litologias apresentam similaridades.

A idade da Formação Rio Bonito, através de dados de palinologia e paleobotânica, corresponde aos andares Artinskiano-Kuguriano (Permiano Inferior – BORTOLUZZI et alii, 1980).

Superiormente à Formação Rio Bonito, ocorre a unidade de topo do Grupo Guatá, a Formação Palermo, pertencente ao Permiano Médio a Superior (DAEMON & QUADROS, 1970).

CONTATOS

O Grupo Itararé assenta-se em discordância litológica sobre o Embasamento Cristalino.

A passagem das rochas do Itararé para as da Formação Rio Bonito, do Grupo Guatá, é transicional e estabelecida através de limites arbitrários. É marcada principalmente pelo desaparecimento das cores bordô e verde dos pelitos e pelo predomínio, a partir de então, das cores acinzentadas, além do decréscimo das rochas de granulometria mais grosseira, já que a Formação Rio Bonito nesta área é essencialmente pelítica.

Os critérios de delimitação das unidades foram os sugeridos por BOSSI & PICCOLI (1979) para a Bacia de Gravataí-Morungava sendo realizado, neste trabalho, um estudo específico e detalhado daqueles critérios para a análise das características distintivas entre o Grupo Itararé e a Formação Rio Bonito (Fig. 12).

Dentre os parâmetros utilizados, os mais relevantes para a separação das unidades foram as cores dos pelitos e as texturas. De uma maneira geral, porém, todos os cinco critérios são distintivos.

Tanto as camadas finas como as espessas ocorrem em percentuais semelhantes nas duas unidades. As camadas muito finas ocorrem subordinadamente, sendo mais comuns na Formação Rio Bonito.

A análise textural indica que as rochas pelíticas ocorrem em grande percentagem em ambas as unidades. No entanto, há um amplo predomínio de sedimentos grosseiros no Grupo Itararé em relação a Formação Rio Bonito, faltando ou ocorrendo muito raramente no primeiro as rochas orgânicas.

As estruturas sedimentares, embora mais difíceis de serem avaliadas percentualmente, revelaram uma presença distinta. As estratificações (ondulada, cruzada, etc.) são mais comuns na Formação Rio Bonito, o mesmo ocorrendo com restos vegetais indiferenciados. Nas rochas do Grupo Itararé, por outro lado, são mais frequentes as perturbações vegetais e nódulos ferrificados.

Quanto às cores dos pelitos, verificou-se que as cinzas são mais comuns na Formação Rio Bonito, mesmo sem considerar os pelitos carbonosos. Já os tons bordô e principalmente o verde, são próprios dos sedimentitos do Grupo Itararé, ainda que ocorram também na Formação Rio Bonito. A cor preta é igualmente distribuída.

A análise palinológica comparativa entre as duas unidades, segundo PICCOLI et alii (1983), revelou que as associações presentes em rochas do Grupo Itararé caracterizam-se por uma maior percentagem de pólenes monossacados, principalmente dos gêneros *Potoniesporites*, *Cannanoropollis*, *Plicatipollenites* e *Cahe-niasaccites*. Em relação à Formação Rio Bonito, as assembléias palinológicas mostram predomínio de esporos triletes associados e bissacados, estriados ou não, com menor frequência de monossacados.

A passagem para a Formação Palermo é gradacional e foi arbitrada no topo de uma camada de arenito fino e conglomerático, quartzoso e calcífero, com pirita disseminada, que é um horizonte muito frequente na área estudada. Acima deste, geralmente aparecem os siltitos e arenitos finos com predomínio de estruturas tipo "flaser" e "wavy" e abundantes bioturbações, típicos da unidade.

LITOLOGIAS

GRUPO ITARARÉ

O Grupo Itararé é constituído por pelitos, arenitos e conglomerados, com predomínio dos primeiros. Siltito é a rocha pelítica mais abundante e, nas litologias grosseiras, dominam os ortoconglomerados. Não ocorre carvão nesta unidade (Figs. 30 e 31).

Os estratos de ortoconglomerados são maciços, comumente com matriz siltico-arenosa. Possuem pouca espessura, em torno de 10 a 30cm, localmente podem chegar aos 10 metros. São do tipo petromítico, com seixos e grânulos de feldspato, quartzo e fragmentos de rochas graníticas e gnássicas, por vezes atingindo o tamanho de bloco. Nas camadas conglomeráticas ocorrem lentes de siltito e arenito. As cores variam de cinza escuro a cinza esverdeado até cinza avermelhado. Os contatos entre estratos são irregulares.

Os paraconglomerados possuem matriz siltico-arenosa de cor cinza, com seixos e grânulos de quartzo, feldspato e fragmentos de rochas granitóides e sedimentares. O arcabouço perfaz 20 a 50% da rocha, sendo, em média, de 30%. As espessuras das camadas variam de 10cm até 6 metros, com níveis silticos intercalados. Apresentam estruturas de deslizamento ("slickensides") fraturas preenchidas por óxido de ferro e calcita, além de concreções de pirita. Raramente ocorrem restos vegetais indiferenciados incluídos na matriz. Os contatos variam de planos nítidos a irregulares.

Os siltitos e argilitos do Grupo Itararé possuem cor cinza escuro, tendendo localmente bordô. Níveis esverdeados podem ocorrer. Os siltitos predominam sobre os argilitos, geralmente ocorrendo em camadas de até 1,5 metros, com lâminas e lentes de argilito intercaladas. Frequentemente se observa intercalação de bandas milimétricas de arenito fino. Os contatos entre as camadas de pelitos e outras litologias finas dentro da sequência são sempre transicionais, marcados por uma zona de transição de 10cm. Quando ocorrem com camadas de conglomerados, os contatos são irregulares e, muitas vezes erosivos.

Os estratos de pelitos são geralmente maciços, contudo, laminação ondulada e estratificação irregular ocorrem ocasionalmente. Feições como "slickensides" e concreções piritosas são frequentes. Foram constatadas microfalhas em alguns testemunhos, com fraturas preenchidas por calcita. Restos vegetais indiferenciados são relativamente abundantes em determinados níveis pelíticos da sequência. Localmente se desenvolvem horizontes de pelitos carbonosos no topo, junto ao contato com a Formação Rio Bonito.

Os arenitos são predominantemente médios a grosseiros, embora ocorram níveis de arenitos finos intercalados. Aparecem horizontes de seixos e grânulos intercalados nos pacotes arenosos, contudo, sem constituir níveis conglomeráticos. A cor varia entre cinza claro e cinza médio, eventualmente tendendo para cinza avermelhado e cinza amarronado. Os pacotes arenosos possuem espessuras variáveis, geralmente dentro do intervalo de 30 a 50cm. Os contatos entre os diversos estratos são comumente irregulares e contínuos, ocorrendo, ocasionalmente, contatos transicionais. As estruturas sedimentares, exceto laminação plano-paralela incipiente muito rara, são ausentes.

GRUPO GUATÁ: FORMAÇÃO RIO BONITO

A Formação Rio Bonito é caracterizada por um predomínio amplo de siltitos e argilitos sobre as demais litologias. Arenitos médios a grosseiros e conglomerados são subordinados nesta unidade. O carvão é sua principal característica, totalizando até 15% das litologias do Rio Bonito (Figs. 30 e 31).

Na unidade, predominam os paraconglomerados em relação aos ortoconglomerados. O paraconglomerado, chamado de "pedra-areia", localiza-se preferencialmente associado às camadas de carvão, com espessuras variáveis entre 10cm até 1,2 metros; por vezes, com níveis silticos e carbonosos intercalados. Concreções de pirita são comuns. Os contatos são nítidos com as camadas de carvão e transicionais ou irregulares com os pelitos. São registrados restos vegetais indiferenciados dispersos na matriz. As cores são cinzas, em tons variados. Os grânulos

e seixos do arcabouço dos conglomerados são compostos de quartzo e feldspato e perfazem 20 a 30% da rocha total. A matriz é siltico-arenosa, predominantemente e siltico-argilosa, secundariamente. Em sondagens onde não ocorre carvão, existem pacotes de 10 a 20cm, compostos de paraconglomerados, com ortoconglomerados associados e intercalações silticas de pequena espessura. Os ortoconglomerados podem gradar para arenito grosseiro, médio e até fino.

Os pelitos são de cor cinza claro a cinza escuro, ocorrendo, raramente, tons esverdeados e avermelhados ou mesmo amarelados. Contudo, a cor cinza uniforme é dominante. Os siltitos, com lâminas ou lentes de arenito fino ocasionalmente intercalados, são mais abundantes do que os argilitos. A espessura dos estratos pelíticos é muito variável, oscilando em um amplo intervalo de 20/30cm até 5 metros. Os contatos entre os diferentes estratos na seqüência são sempre transicionais, com centimétricas zonas de transição. As camadas são maciças. "Slickensides" são muito abundantes, sendo observados em todos os estratos. Concreções de pirita e restos vegetais indiferenciados são relativamente freqüentes.

Os pelitos carbonosos ocorrem em níveis centimétricos, comumente próximos ou associados às camadas de carvão. Possuem níveis milimétricos de vitrênio. Em sondagens sem carvão, os pelitos carbonosos podem atingir maiores espessuras (até 80cm).

Os arenitos são finos a grosseiros, porém, os termos finos a médios são mais comuns. A cor é o cinza claro, por vezes cinza médio, variando localmente para tons avermelhados, amarronzados ou esverdeados. A espessura dos estratos vai desde poucos centímetros até camadas de 1,5 metros. Os contatos com as demais litologias são transicionais na maioria dos casos. Camadas arenosas são raras e freqüentemente os arenitos aparecem intercalados a siltitos, apresentando estratificação lenticular, plano-paralela e ondulada ("wavy"). Nos termos mais finos ocorrem raros restos vegetais indiferenciados.

O carvão se apresenta em grande parte da área estudada com camadas mais ou menos contínuas que variam em número e espessura, correspondendo aos conjuntos SR-1, SR-2 e SR-3 para a Bacia de Santa Rita, correlacionáveis, respectivamente, às camadas MB + SB, I₁F e I₁B + I₃F da Bacia de Charqueadas (BORTOLUZZI et alii, 1982). Em algumas sondagens podem estar ausentes uma ou mais dessas camadas ou mesmo não ocorrer carvão. Existem leitos de carvão de pequena espessura e ocorrência restrita. É comum, no carvão, a intercalação de níveis de pelitos e/ou pelitos carbonosos, de espessuras bastante variáveis.

Medidas de reflectância indicam que, de acordo com a classificação da ASTM, o carvão na Jazida de Santa Rita pode ser considerado como sub-betuminoso B e A (CORREA DA SILVA et alii, 1984).

FACIOLOGIA

GRUPO ITARARÉ

As espessuras máximas desta unidade, na área da bacia de Charqueadas/Santa Rita, encontram-se principalmente na parte centro-sul (Jazida de Charqueadas) havendo, secundariamente, um espessamento para noroeste e na porção central

da Jazida de Santa Rita (Fig. 14).

O mapa de isópacas do Itararé mostra, na Jazida de Santa Rita (nordeste), uma espessura máxima por volta de 29 metros no furo N2 e 27 metros no M1, que se colocam em posição relativamente central. Para sudeste (furo P1) e noroeste (furo M3) desta jazida, há um aumento dos sedimentitos. Nota-se um decréscimo para nordeste (furo P3). A noroeste da área de estudo, a espessura se mantém em torno dos 25 a 28 metros.

Em direção à Jazida de Charqueadas, há um acréscimo considerável na espessura do Itararé, alcançando no mínimo 50 metros no furo GB 05, podendo ser maior, já que a sondagem não atinge o embasamento. Este ponto situa-se na parte centro-sul da área e, aparentemente, o Itararé espessa-se nesta região, desaparecendo para os quadrantes sudeste e sudoeste.

Os mapas litofaciológicos de dados abertos (conglomerados, arenitos e pelitos) mostram facies de conglomerados e arenitos (grosseiros, médios e finos) semelhantes; já os pelitos apresentam um comportamento um pouco diferenciado, por vezes excludente em relação aos conglomerados e arenitos.

Os mapas isolíticos de conglomerados (Fig. 15) e arenitos (Fig. 16) evidenciam, na Jazida de Santa Rita, os valores mínimos de espessura, chegando a desaparecer na direção norte (os conglomerados) e nordeste (os arenitos). O mapa de pelitos apresenta um decréscimo na direção nordeste, embora não tão acentuado, mantendo valores ao redor de 5 metros e um acréscimo na direção norte, atingindo até 25 metros no furo M1, mostrando aqui uma relação excludentes com o conglomerado. A noroeste da jazida, há um espessamento dos arenitos.

Para oeste da área total do projeto, os pelitos (Fig. 17) aumentam gradativamente, atingindo 21 metros no ponto 5 CA 04 RS, no extremo oeste da área. Os conglomerados acompanham esta gradação até o furo 5 CA 03 RS, diminuindo para noroeste e aumentando para sul. Atingem no furo 5 CA 34 RS valores de 2,5 metros de espessura. Os arenitos, na direção oeste, mantêm valores constantes por volta de 1 metro, crescendo para noroeste e sul, da mesma forma que os conglomerados.

No furo GB 05, ao sul, as três litofacies possuem as maiores ocorrências na jazida: 18 metros de pelitos, 17 metros de conglomerados e 15 metros de arenitos. Estas são espessuras mínimas, pois a sondagem não atinge o embasamento. As litofacies vão reduzindo-se até desaparecerem para sul, sudeste e sudoeste.

Em relação ao embasamento atual (Fig. 13), que está exposto a sudeste da área em estudo e aprofunda-se na direção norte, as litofacies do Itararé apresentam um comportamento diferenciado. As espessuras de conglomerados, arenitos e pelitos decrescem na direção sudeste, concordantemente com a cota mais alta do embasamento; porém, para o norte da área, os arenitos e conglomerados apresentam uma tendência decrescente, enquanto que a espessura dos pelitos aumenta gradativamente.

O mapa do contorno estrutural do topo do Itararé (Fig. 18) acompanha a configuração do embasamento (Fig. 13).

A faciologia do Grupo Itararé permite deduzir que as áreas elevadas, servindo como áreas-fonte à bacia, se situavam principalmente à N-NW, o que é evidenciado pela espessura da unidade nesta direção e pela abundante ocorrência de conglomerados. A nordeste, a deposição ocorreu em uma relativa profundidade e

com contribuição de uma área-fonte mais distante (abundantes pelitos). A região centro-sul e sul representava, na época, as partes mais profundas da bacia, com considerável acúmulo de sedimentos nestas áreas. Outros depocentros reduzidos aparecem na região central de Santa Rita e a oeste da área.

GRUPO GUATÁ: FORMAÇÃO RIO BONITO

A Formação Rio Bonito apresenta as maiores espessuras a oeste e a leste (50m), bem como na parte centro-sul da área (80m). As espessuras decrescem para os quadrantes sul e sudeste até desaparecerem, conforme pode ser observado no mapa de isópacas (Fig. 19).

As distribuições dos ortoconglomerados (Fig. 20) e paraconglomerados (Fig. 21) são coincidentes entre si e, de maneira geral, com o mapa isopáquico da unidade. Observa-se uma variação a nordeste, na Jazida de Santa Rita, onde os conglomerados tendem a desaparecer.

O mapa isolítico de arenitos (Fig. 22) mostra as maiores espessuras na direção oeste, assim como pequeno aumento na parte central da Jazida de Santa Rita, a nordeste da área. Nesta região, se verifica uma relação excludente entre estas litologias e os conglomerados.

Os pelitos (Fig. 23) apresentam-se mais espessos na parte centro-sul, atingindo 60 metros e diminuem para os quadrantes oeste, sudoeste e sudeste.

Em direção noroeste há um gradual aumento de pelitos (Fig. 23) até o furo 5 CA 03 RS e, a partir daí, um decréscimo, com proporcional acréscimo de conglomerados. Da mesma forma, na Jazida de Santa Rita a nordeste, as facies de conglomerados e pelitos são mutuamente excludentes. Nesta área, a Formação Rio Bonito é praticamente composta de pelitos (Figs. 19 e 23). O mesmo ocorre na porção centro-sul onde é visualizado um núcleo de grande concentração de pelitos que chegam a atingir 61m em relação a uma espessura total por volta de 70m com a facies de conglomerado praticamente ausente.

Na parte leste do mapa (furo S-44) há um amplo predomínio de pelitos (43m), coincidentemente com um acréscimo na espessura dos arenitos (4,6m) e pequena contribuição de paraconglomerados (1,6m) que se associam às camadas de carvão.

Os carvões (Fig. 25) e os pelitos carbonosos (Fig. 24) apresentam, na área em estudo, três zonas de maior concentração: a nordeste (Santa Rita), a sudoeste (Charqueadas) e centro-sul, com valores máximos em torno de 6 metros. Estas facies são coincidentes com a maior espessura de rochas pelíticas e excludentes com os conglomerados. Ocorrem alguns níveis de paraconglomerados junto às camadas de carvão.

O mapa de contorno estrutural da unidade (Fig. 29), além de apresentar um nítido basculamento em direção norte, mostra áreas em que podem ser inferidos falhamentos posteriores à deposição da sequência, principalmente na região de Santa Rita, onde se verificou uma grande concentração de intrusões de diábasio.

A configuração faciológica observada é indicativa de uma paleotopografia

similar à do tempo Itararé. As espessuras grandes ao sul mostram que a bacia era muito profunda nesta direção e depocentros secundários existiam também a noroeste e nordeste, evidenciados pelo acúmulo dos sedimentitos conglomeráticos a noroeste e pelíticos a nordeste. À época da deposição, o limite sul torna-se desconhecido porque os dados não permitem uma avaliação da extensão da bacia nesta direção.

A noroeste e a leste da Jazida de Santa Rita, pelo desaparecimento do carvão e aumento de litologias grosseiras, podem ser inferidos os limites da jazida carbonífera.

CAMADAS DE CARVÃO

O conjunto mais inferior das camadas de carvão (SR-3) na Jazida de Santa Rita e que corresponde às camadas I₂B e I₃F na de Charqueadas, tem uma ocorrência restrita, principalmente nas áreas nordeste, sudoeste e centro-sul da bacia carbonífera (Fig. 26).

A espessura máxima está por volta de 2 metros, somando-se todos os estratos de carvão; destes, o I₂B é o que está presente na maior parte da bacia.

A camada carbonosa mais amplamente distribuída na área é a I₁F (SR-2), intermediária, que corresponde a um nível espesso de carvão com pouco ou nenhum pelito carbonoso intercalado (Fig. 27).

Da mesma forma que o conjunto inferior, as camadas superiores SB e MB (SR-1) são restritas a pequenas bacias isoladas a nordeste, sudoeste e centro-sul, não ocorrendo na região central e a noroeste da área. É a que apresenta menor distribuição, tanto na Jazida de Santa Rita como na Charqueadas (Fig. 28).

A seqüência sedimentar que abrange os três conjuntos carbonosos apresenta, em média, 20 metros de espessura, sendo que a distância entre os níveis de carvão é de, aproximamente, 5 metros. Este intervalo é composto por pelitos cinzas e estratos de paraconglomerado ("pedra-areia"). De forma geral, estes conglomerados se posicionam na base das camadas de carvão.

O levantamento das profundidades médias dos conjuntos de carvão SR-1, SR-2 e SR-3 revelou que esta seqüência posiciona-se em diferentes cotas na bacia. As camadas de carvão apresentam mergulhos de 1º a 2º com um sentido geral norte. Na região centro-sul, o carvão encontra-se a profundidades ao redor de 50 metros, enquanto que ao norte as camadas atingem profundidades por volta de 450 metros. Este posicionamento das camadas, mergulhando para norte, possibilitou que na região centro-sul, alguns níveis fossem erodidos e outros cobertos por sedimentos quaternários. Na direção oeste da bacia, os furos 5 CA 03 RS e CA 02 Rs possuem a sua seqüência carbonosa próximo aos 300 metros de profundidade. No extremo oeste, o carvão desaparece.

O mergulho das camadas carbonosas, caculado a partir de várias sondagens da Jazida de Santa Rita e das regiões centro-sul e noroeste da bacia, indicou um sentido preferencial para norte-nordeste. Contudo, a análise do mergulho revelou, localmente, mergulhos no sentido norte-noroeste, indicando basculamentos localizados, provavelmente devido a falhamentos ou a intrusões de diabásio que ocorrem junto às camadas de carvão. Estas intrusões afetaram principalmente as

camadas carbonosas da Jazida de Santa Rita e são responsáveis por um recozimento local das camadas sedimentares e a destruição, por vezes, total das camadas de carvão.

A continuidade lateral dos estratos carbonosos é, em alguns casos, interrompida por paleoaltos do embasamento que restringiram a extensão das bacias deposicionais. A presença de falhamentos posteriores e prováveis reativações de falhas antigas também respondem por descontinuidades observadas nas camadas de carvão.

COLUNA ESTRATIGRÁFICA IDEAL

O embasamento cristalino na região é constituído por rochas ígneas e metamórficas do Grupo Cambaí.

A sedimentação gonduânica inicia com a deposição de conglomerados e pelitos do Grupo Itararé diretamente sobre o embasamento (Fig. 31).

Estes conglomerados basais (ortoconglomerados e paraconglomerados associados) são bastante freqüentes e predominam à nordeste e noroeste da área, apresentando, comumente, lentes de arenitos e pelitos intercalados. São originados por um sistema de leques aluviais em que processos de alta e baixa viscosidade atuam associados.

Em alguns pontos da bacia, como na parte central da Bacia de Santa Rita e no centro-sul da área, ocorrem pelitos depositados sobre o embasamento, sem o conglomerado basal (Figs. 30 e 31). Estes pelitos provêm de uma área-fonte mais distante, sendo depositados por suspensão em um grande corpo d'água de origem continental. As facies mais distais dos leques aluviais também contribuíram para originar as camadas pelíticas.

Os pacotes conglomeráticos variam regionalmente em espessura, mas são sempre seguidos por uma seqüência pelítica geralmente maciça, de coloração esverdeada, bordô e cinza do Grupo Itararé. A coloração bordô pode ser interpretada como sendo originária de eventuais acréscimos na oxigenação da água pela movimentação causada com a entrada dos leques aluviais em um ambiente predominantemente redutor.

Estes pelitos se tornam mais cinzentos em direção ao topo, caracterizando o início da sedimentação da Formação Rio Bonito na área (Fig. 31), em contato transicional com o Grupo Itararé.

A seqüência da Formação Rio Bonito é essencialmente pelítica. Ocorrem raros níveis de arenitos, paraconglomerados e três conjuntos de camadas de carvão, com folhelhos carbonosos associados. Os pelitos, pelitos carbonosos e carvões representam a evolução de um sistema lacustre redutor e palustre, com desenvolvimento de vegetação superior. Os níveis de paraconglomerados e arenitos que se associam à seqüência pelítica têm sua origem principalmente em esporádicos leques aluviais de alta viscosidade.

Os carvões ao sul estão localmente erodidos e cobertos por depósitos quaternários e, em outros pontos mais a nordeste, foram destruídos por intrusões de diabásio. À noroeste ocorrem espessos níveis de paraconglomerados e arenitos associados, desaparecendo as camadas de carvão em consequência do condicio-

namento paleotopográfico que proporcionou a atuação dos leques aluviais durante a deposição de toda a seqüência (Figs. 30 e 31).

No topo da Formação Rio Bonito ocorrem predominantemente pelitos cinzas de origem lacustre com arenitos finos e médios intercalados. Uma camada de arenito fino a médio ou de arenito conglomerático, com razoável espessura e boa continuidade lateral, marca o limite superior da Formação Rio Bonito e o início da transgressão Palermo.

Seguindo a esta camada arenosa, aparecem siltitos, arenitos e argilitos cinzentos, bioturbados e com estruturas flaser, lenticular e ondulada, pertencentes à Formação Palermo, unidade de topo do Grupo Guatá, originados em um sistema transicional marinho e em ambiente de planície de maré.

EVOLUÇÃO DA BACIA

A partir dos dados litofaciológicos e estratigráficos foi possível a reconstituição da evolução geológica da bacia carbonífera da Charqueadas-Santa Rita (Fig. 32).

À época de deposição da seqüência Itararé, a região centro-sul da área era provavelmente a parte mais subsidente; a noroeste e nordeste haviam áreas deposicionais relativamente profundas. À N-NW encontravam-se altos topográficos que serviam de área-fonte à sedimentação e ao sul o limite da bacia não está bem evidenciado. Na região nordeste os sedimentos devem ter se originado de uma área-fonte mais distante.

A seqüência sedimentar teve sua origem vinculada a um sistema de leques aluviais de alta e baixa viscosidade que se desenvolviam junto às bordas de um grande corpo d'água lacustre (Figs. 31 e 32).

O assoreamento gradativo do lago veio ocasionar, durante a deposição da unidade Rio Bonito, a formação de turfeiras que eventualmente eram afogadas devido a oscilações do nível d'água.

A cada período de acréscimo do nível d'água, voltava a dominar o ambiente lacustre, com esporádicas ocorrências de leques aluviais de alta viscosidade.

A área da jazida carbonífera, no tempo em que se depositou a Formação Rio Bonito, apresentava uma configuração semelhante à época Itararé, com paleoaltos à N-NW e o maior centro deposicional ao sul; à nordeste, a bacia estendia-se com uma profundidade relativa. A parte este de Santa Rita pode ser definida como o limite da jazida de carvão (Figs. 31 e 32).

A turfeira, que durante a formação das camadas inferiores (I_2B e I_3F) e superiores (SB e MB) era restrita a áreas isoladas, à época em que se originou a camada intermediária (I_1F), estendia-se por toda a bacia de deposição.

O estabelecimento do ambiente lacustre superposto à turfeira que originou a última camada de carvão, foi encerrado pela transgressão Palermo (Fig. 31).

A origem dos esporádicos leques aluviais e a ocorrência de variações no nível d'água foram, provavelmente, vinculados à movimentos oscilatórios epirogenéticos que ocorreram na bacia durante a deposição de toda a seqüência sedimentar.

Em uma fase posterior, atuou um sistema de falhamentos, com intrusões de

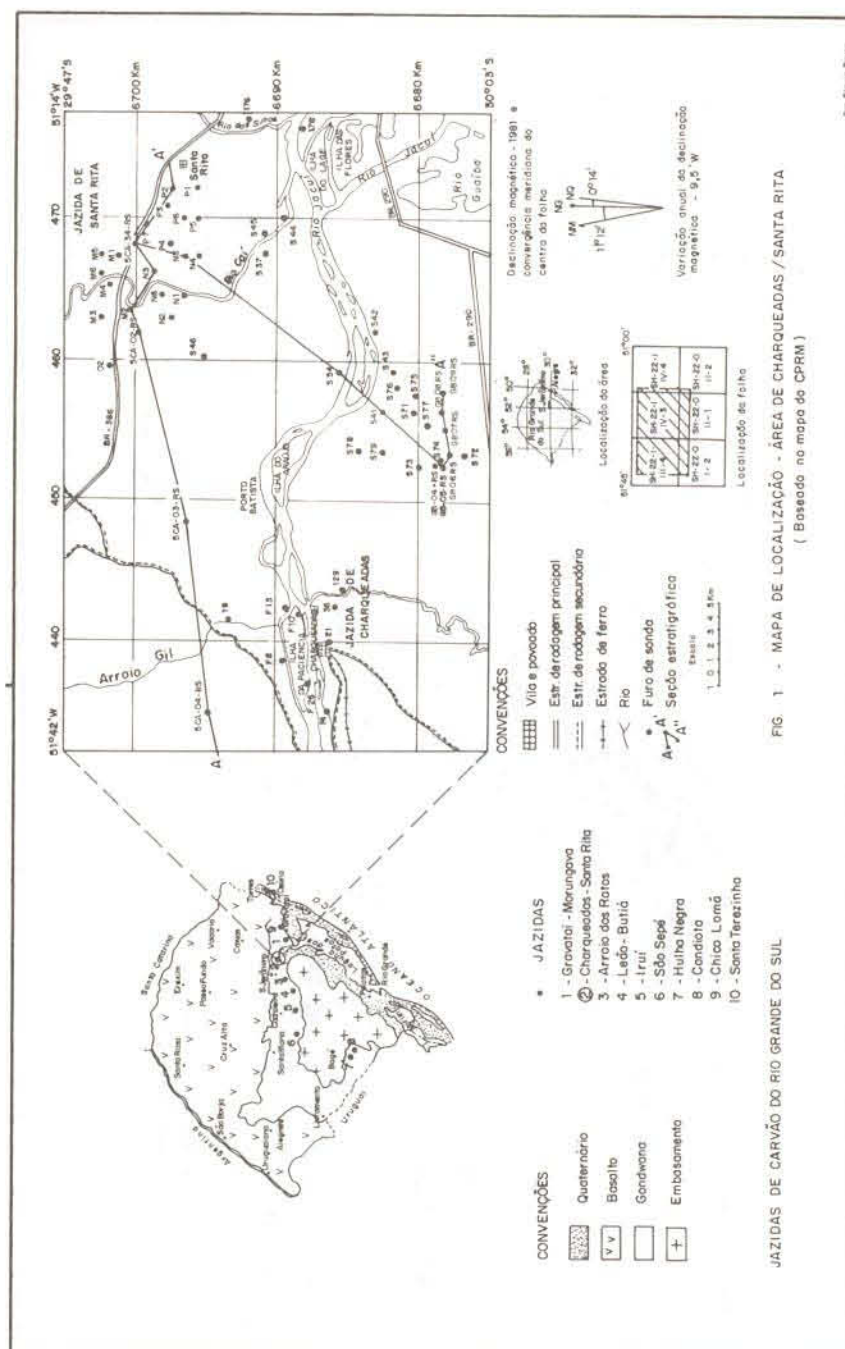
diabásio associadas, possivelmente relacionados à separação do continente de Gondwana, ocasionando a descontinuidade das camadas e o basculamento para norte que se verifica na bacia atualmente (Figs. 13, 18 e 29). As bordas que a bacia carbonífera mostra hoje são, portanto, erosivas.

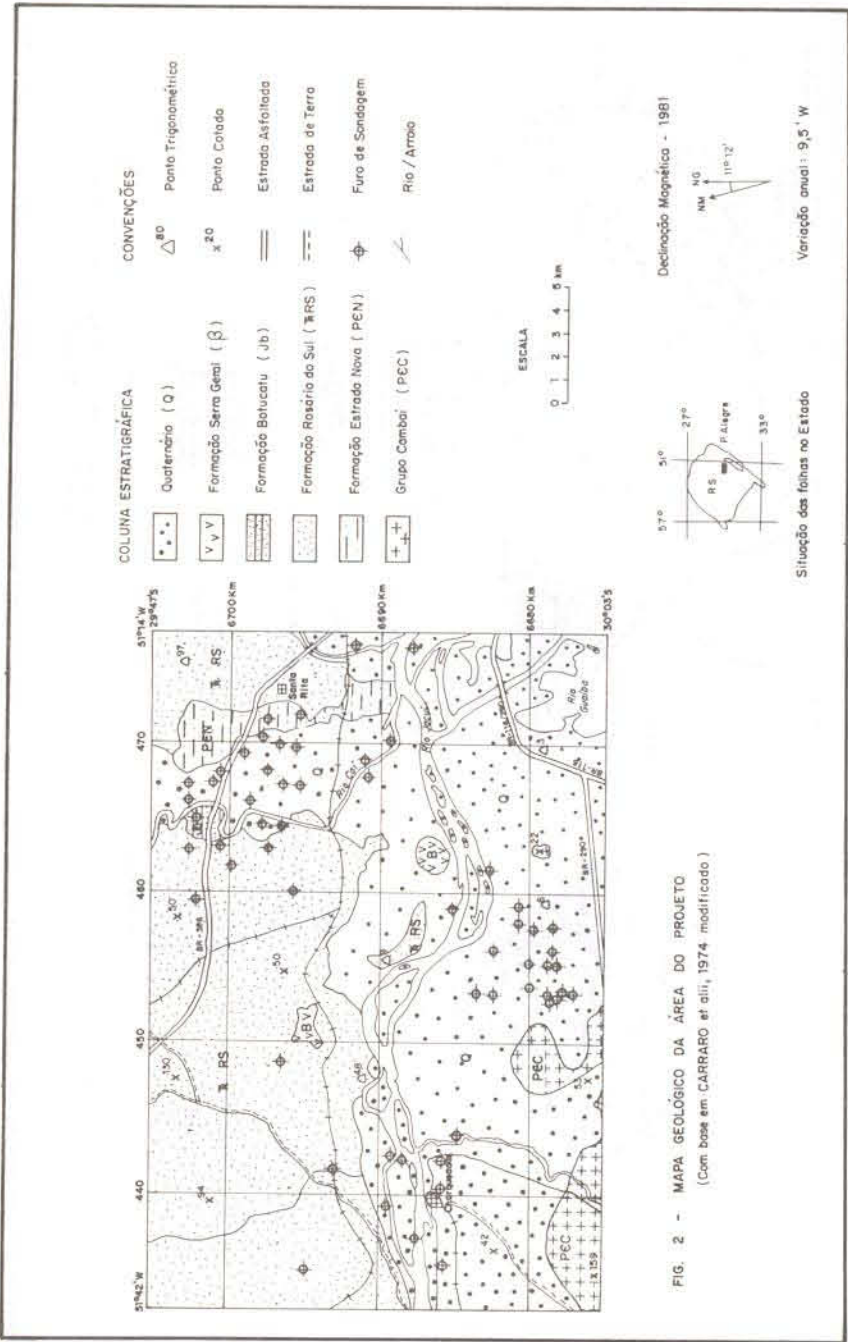
BIBLIOGRAFIA

- BORTOLUZZI, C.A.; PICCOLI, A.E.M.; CORREA DA SILVA, Z.C.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; BOSSI, G.E. & ANDREIS, R.R. 1980. Estudo geológico da Bacia Carbonífera de Gravataí-Morungava. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriú, SC. *Anais...* v. 1. p. 157-74.
- ; — ; MUNARO, P.; SARTURI, J.A.D. 1982. Geologia e estratigrafia da Região Carbonífera de Santa Rita, RS, *Acta Geologica Leopoldensia*, São Leopoldo 6(11): 75-130.
- BOSSI, G.E. & PICCOLI, A.E.M. 1979. Interpretações paleogeográficas na Bacia do Paraná, nordeste do Rio Grande do Sul: I — Grupo Itararé. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. *Atas...* v. 1. p. 157-74.
- ; — & ANDREIS, R.R. 1979. Descrições de perfis estratigráficos: um método científico. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. *Atas...* v. 2. p. 225-39, il.
- CARRARO, C.C.; GAMMERMANN, N.; EICK, N.C.; BORTOLUZZI, C.A.; JOST, H. & PINTO, J.F. 1974. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, Instituto de Geociências, UFRGS, (Mapa 8).
- CAZZULO-KLEPZIG, M.; DIAS-FABRICIO, M.E.; MARQUES-TOIGO, M. 1982. Palynological characterization of rocks associated to the coal seams of Santa Rita coal field, Rio Bonito and Palermo formations, Paraná Basin, Permian Rio Grande do Sul, Brazil. In: CONGRESSO GEOLÓGICO CHILENO, 3, Concepcion, Chile, 1982. *Atas...* v. 1, p. 65-83.
- CORREA DA SILVA, Z.C. 1983. *Petrography and facies analysis of Santa Rita Coal Measures*, RS, Southern Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro. *Anais...* v.3, p. 1326-33.
- & ARRONDO, O.G. 1977. Taoflora Permiana de Mariana Pimentel, Município de Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS*, Porto Alegre, 7: 27-44, il.
- ; BORTOLUZZI, C.A.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; DIAS-FABRICIO, M.E. GUERRA-SOMMER, M.; MARQUES-TOIGO, M.; PAIM, P.S.G.; PICCOLI, A.E.M. & SILVA FILHO, B.C. 1984. Geology of Santa Rita Coal Basin, Rio Grande do Sul, Brazil. *Internacional Journal of Coal Geology*, 3:383-400.
- ; MARQUES-TOIGO, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; PAIM, P.S.G.; DIAS-FABRICIO, M.E. & HEINZ, G.I. 1982. Características petrográficas e palinológicas do perfil das camadas de carvão na sondagem P₄, Bacia Carbonífera de Santa Rita, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, *Anais...* v. 4, p. 1271-83, il.
- COULON, F.K. 1974. *Mapa geotécnico das folhas de Morretes e Montenegro(RS)*. Escala 1:100.000. Porto Alegre. Instituto de Geociências UFRGS (Mapa 7).
- DAEMON, R.F. & QUADROS, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da

- Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, Brasília. 1970. *Anais...*, p. 359-412. il.
- GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. & MARQUES-TOIGO, M. 1979. Revisão fitoestratigráfica do Grupo Itararé do Rio Grande do Sul. III — área de Faxinal. *Boletim IG*, Instituto de Geociências, USP, São Paulo. *II*: 76-84.
- & RODRIGUES, C.R. 1982. Cutículas dispersas em carvões e sedimentitos associados no Rio Grande do Sul; sua validade no estabelecimento de critérios paleoambientais e bioestratigráficos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32. Salvador, 1982. *Anais ...* v. 4, p. 1252-59. il.
- MARQUES-TOIGO, M.; DIAS-FABRICIO, M.E.; CAZZULO-KLEPZIG, M. 1982. Palynological and paleoecological characterization of Santa Rita Coal field, Rio Grande do Sul, Paraná Basin; Lower Permian of Southern Brazil. *Acta* ; ——— ; ——— . 1983. *A sucessão da microflora nas camadas de carvão da Bacia Carbonífera de Charqueadas — Formação Rio Bonito, RS, Brasil*, Paleobotânica e Paleontologia na América do Sul — 1983. *Bol. IG-USP*, 15: 65-72, il.
- PICCOLI, A.E.M. & BORTOLUZZI, C.A. 1981. Paleogeografia das seqüências Itararé e Rio Bonito (Permiano Inferior) — Região Carbonífera de Santa Rita, RS. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. *Atas...* v. 2 p. 133-46.
- ; HOLZ, M.; SARTURI, J.A.D.; MUNARO, P.; GRANITOFF, W. 1984. Evolução Paleogeográfica da Bacia Carbonífera de Charqueadas — Santa Rita, RS, Brasil. 1984. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro. *Anais...*, v.2 p. 983-92.
- ; MARQUES-TOIGO, M.; CORREA DA SILVA, Z.C. 1983. Environment of deposition and facies change in Santa Rita Coal Basin, RS, South Brazil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA DEL CARBONIFERO, 10, Madrid, Espanha. *Resúmenes...* p. 188.
- ; ——— ; DIAS-FABRICIO, M.E.; CAZZULO-KLEPZIG, M. 1983. Correlação de seqüências sedimentares da Bacia Carbonífera de Charqueadas (RS), com base em dados lito e biofaciológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8, *Resumos das Comunicações*, p. 77.
- & PAIM, P.S.G. 1982. Estudo da ciclicidade das rochas do Supergrupo Tubarão (Grupo Itararé e Formação Rio Bonito) na área de Santa Rita (RS). *Acta Geologica Leopoldensia*, São Leopoldo, 6(11): 37-54.
- SELLEY, R.C. 1970. Studies of sequence in sediments using a simple mathematical device. *Quarterly Journal of Geological Society of London*, London, 195: 557-81.
- . 1978. *Ancient sedimentary environments*. 2. ed. London, Science Paperbacks. 287p.
- SILVA FILHO, B.C. 1982. Estudo preliminar de comportamento geoquímico de alguns elementos traços em camadas de carvão da Bacia de Santa Rita, RS. *Acta Geologica Leopoldensia*, São Leopoldo, 12, 17: 189-208.
- SCHNEIDER, R.L.; MUHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A.A. 1974. Revisão estratigráfica da Bacia do Pa-







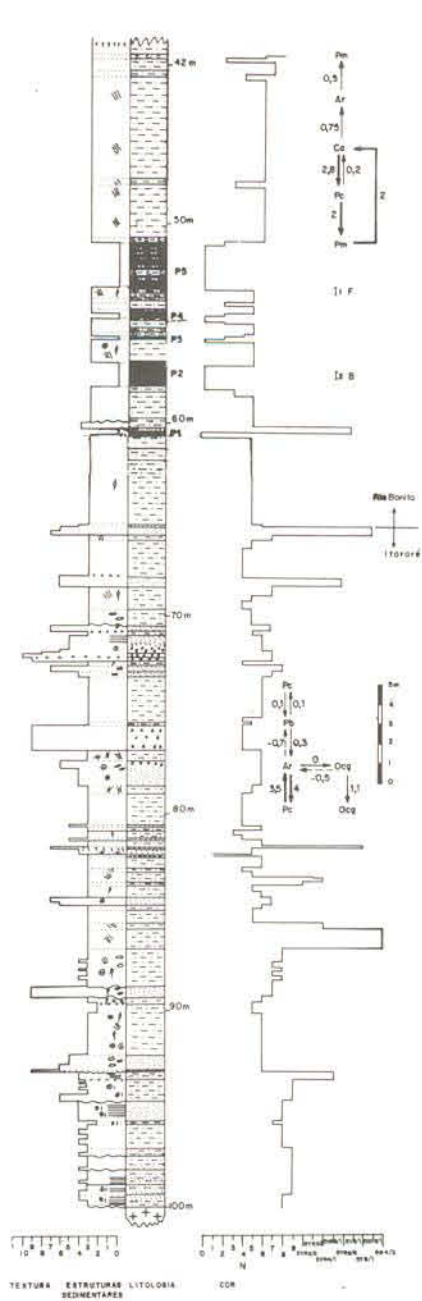


FIG.3 - GB-07-RS

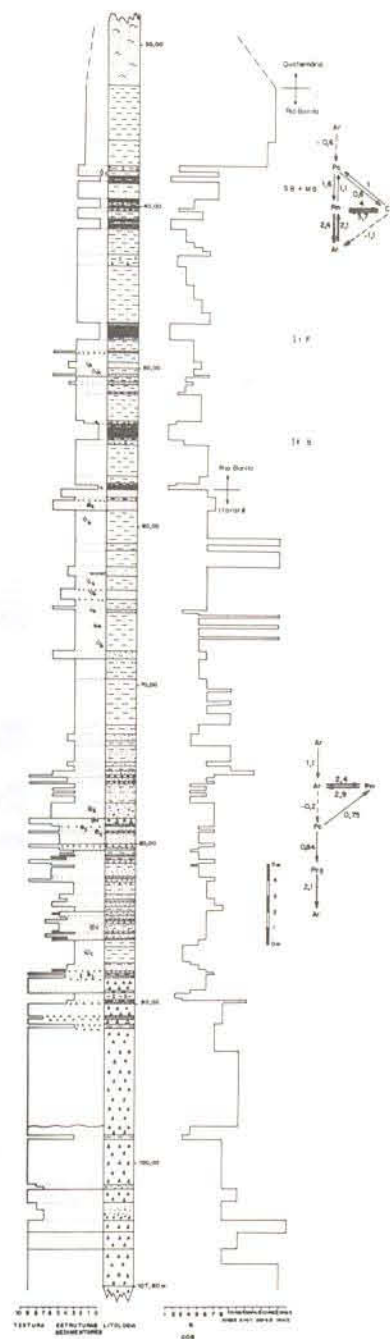


FIG.4 - GB-05-RS

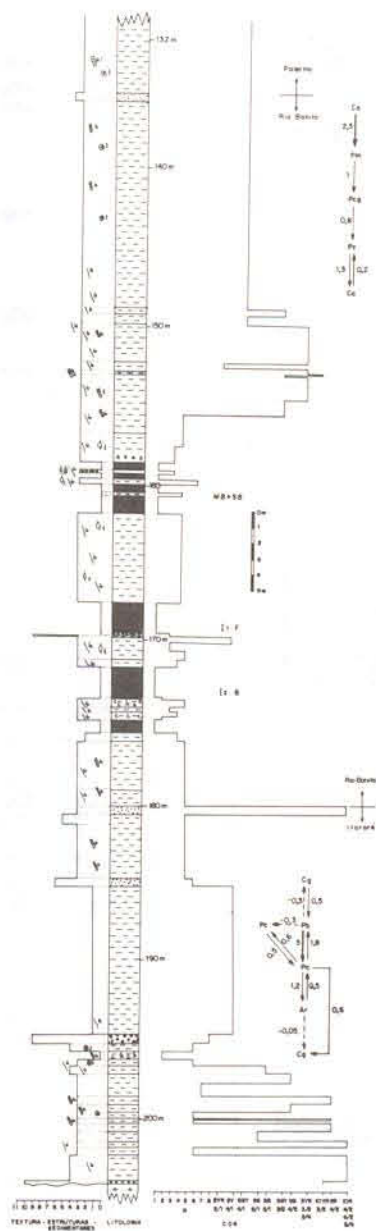
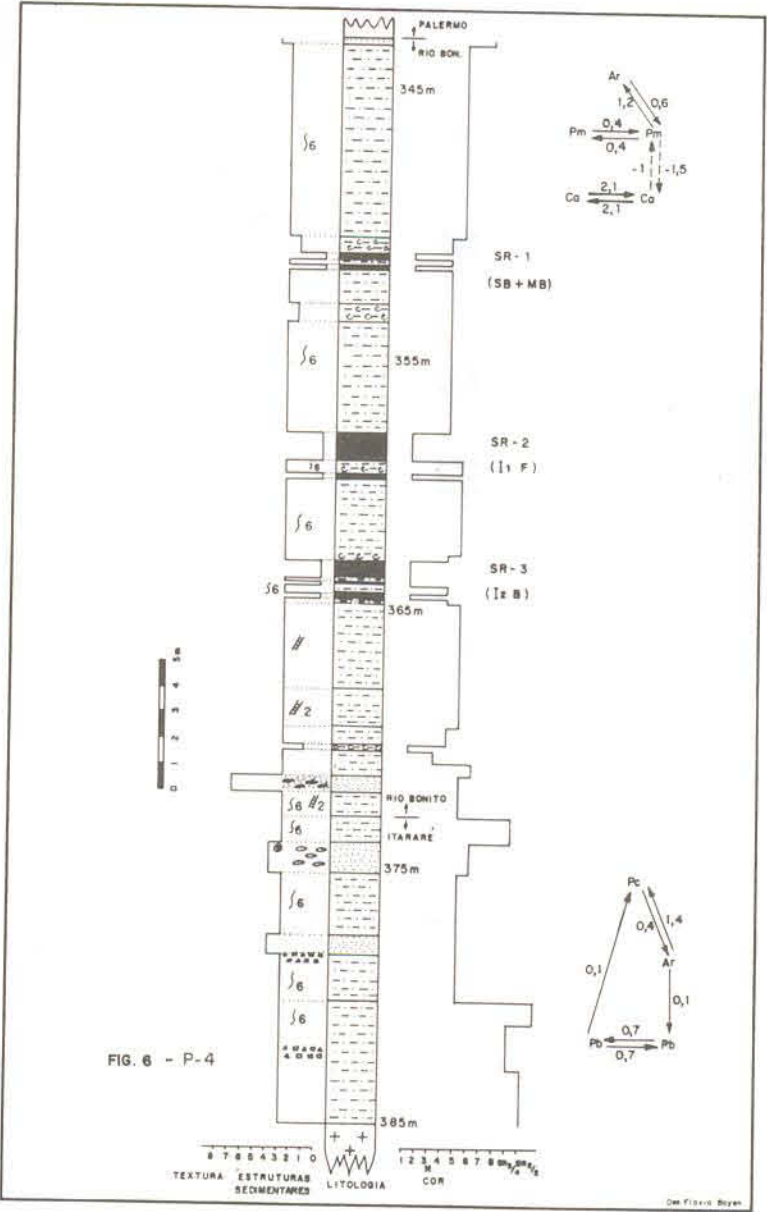


FIG. 2 - S-34



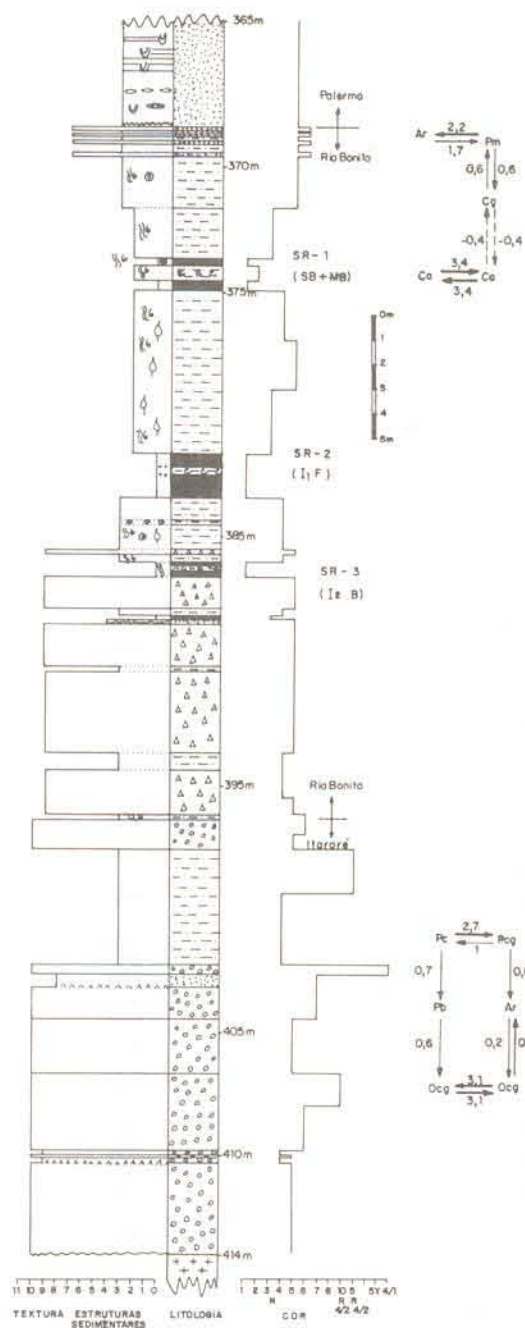
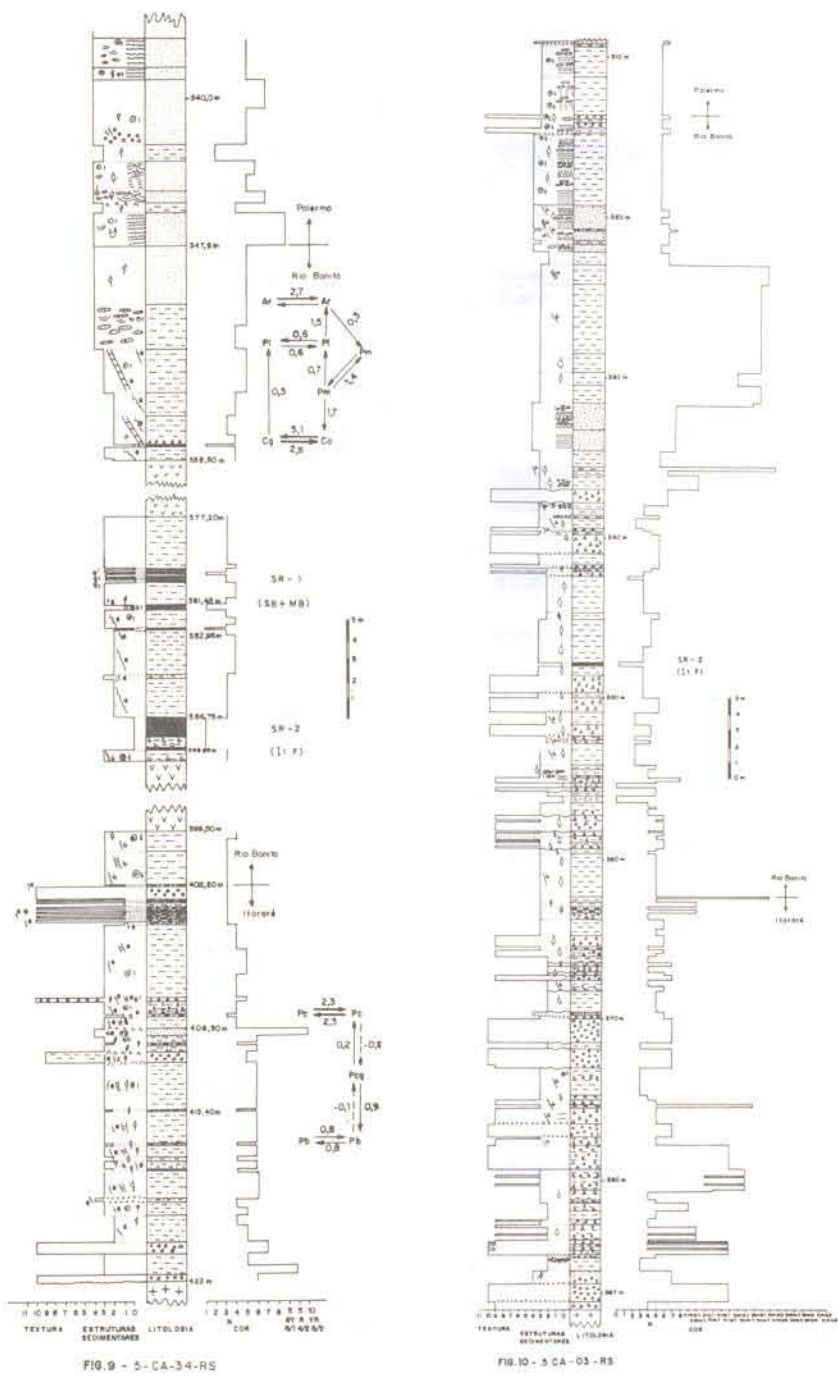


FIG.8 - 5-CA-02-RS



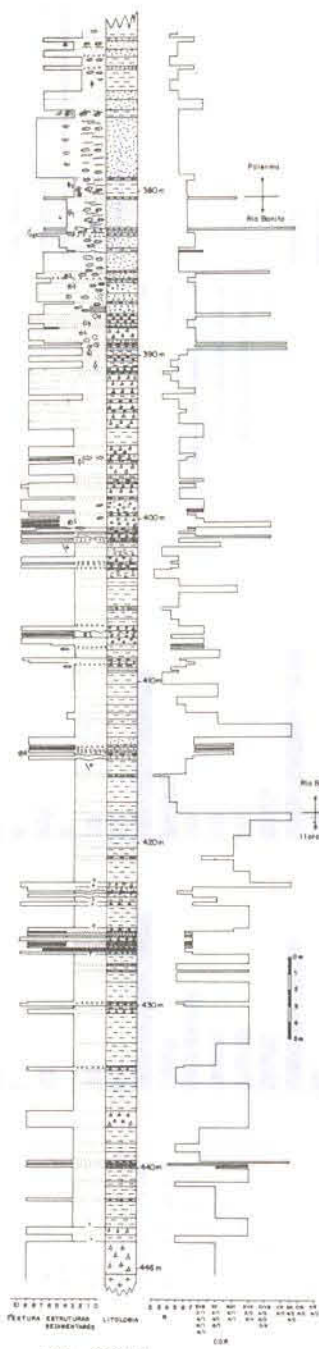


FIG. 11 - SCA-04-RS

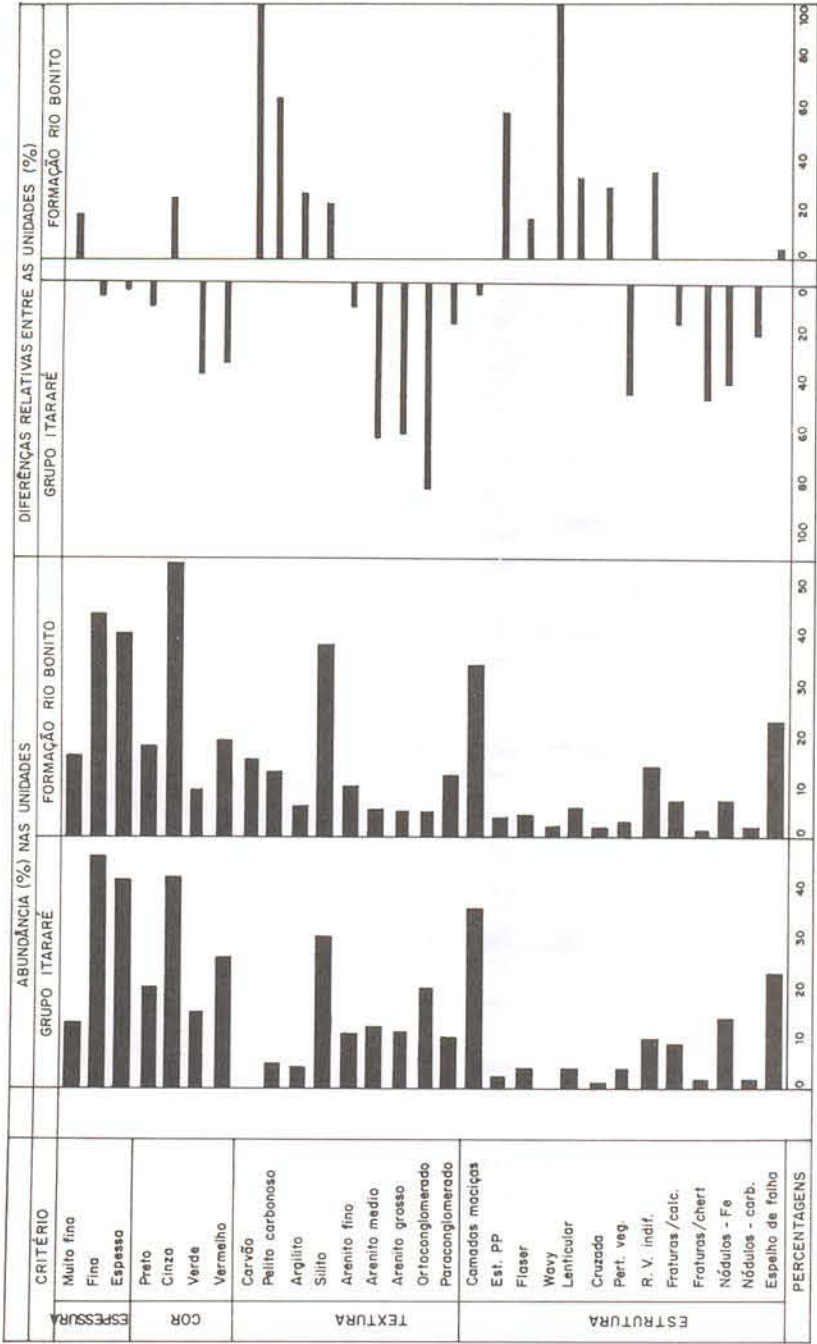
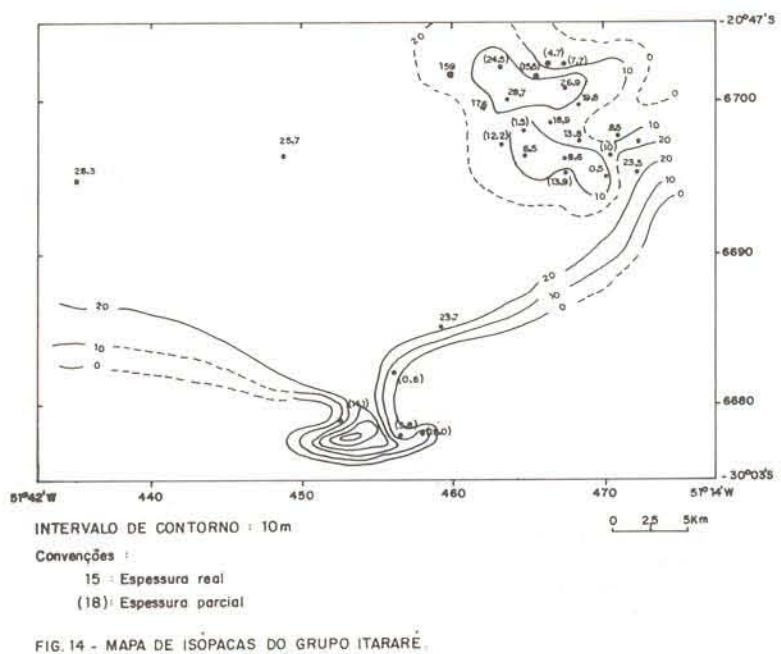
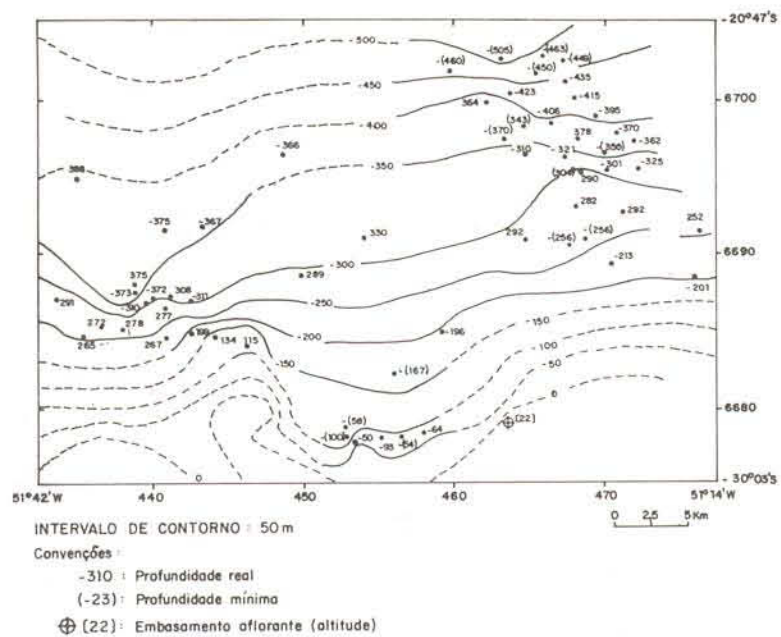


FIG. 12 - QUADRO COMPARATIVO ENTRE AS UNIDADES ITARARÉ E RIO BONITO.



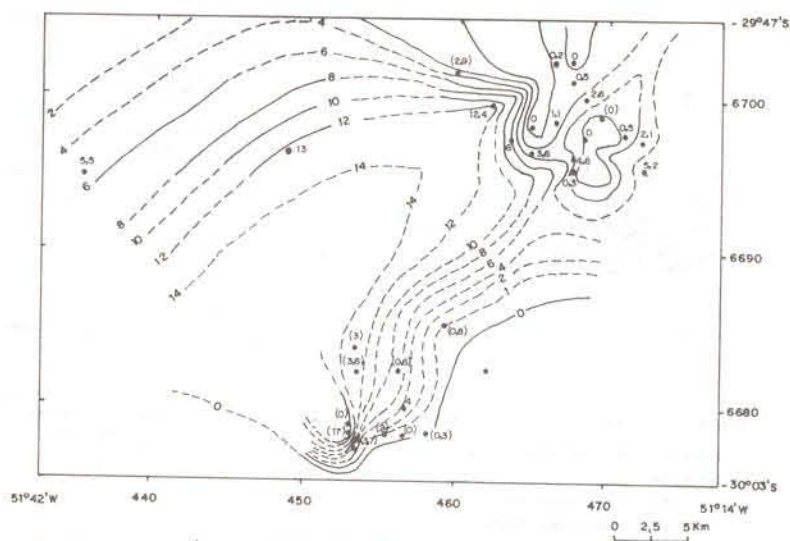
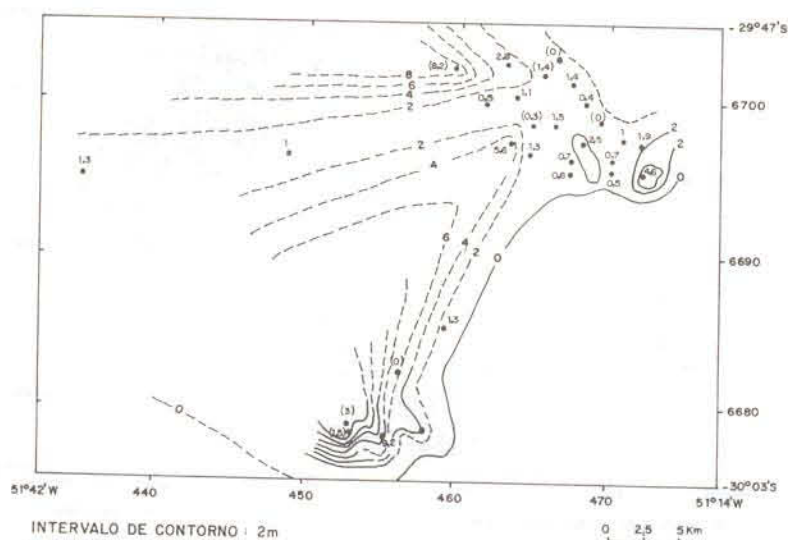


FIG. 15 - MAPA ISOLÍTICO DE CONGLOMERADOS DO GRUPO ITARARÉ.



INTERVALO DE CONTORNO : 2m

Convenções :

15 : Espessura real

(3) : Espessura parcial

FIG. 16 - MAPA ISOLÍTICO DE ARENITOS DO GRUPO ITARARÉ.

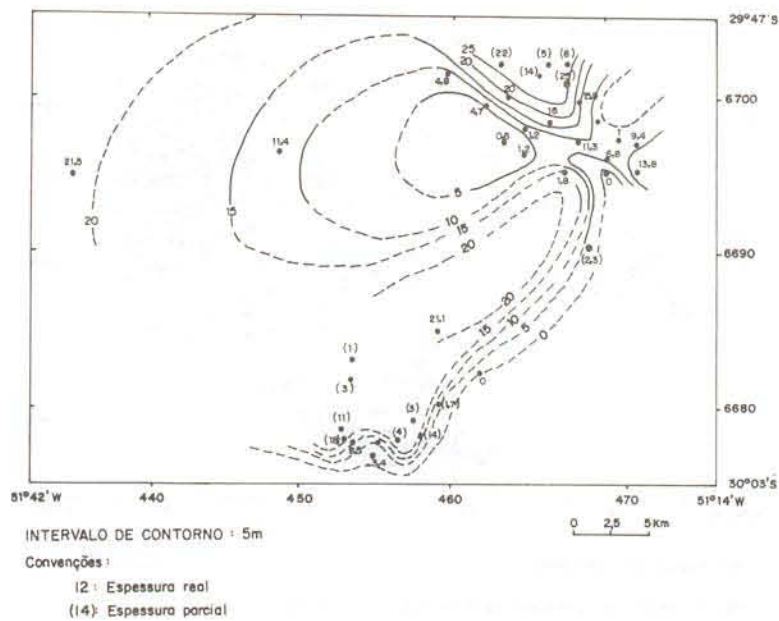


FIG. 17 - MAPA ISOLÍTICO DE PELITOS DO GRUPO ITARARÉ

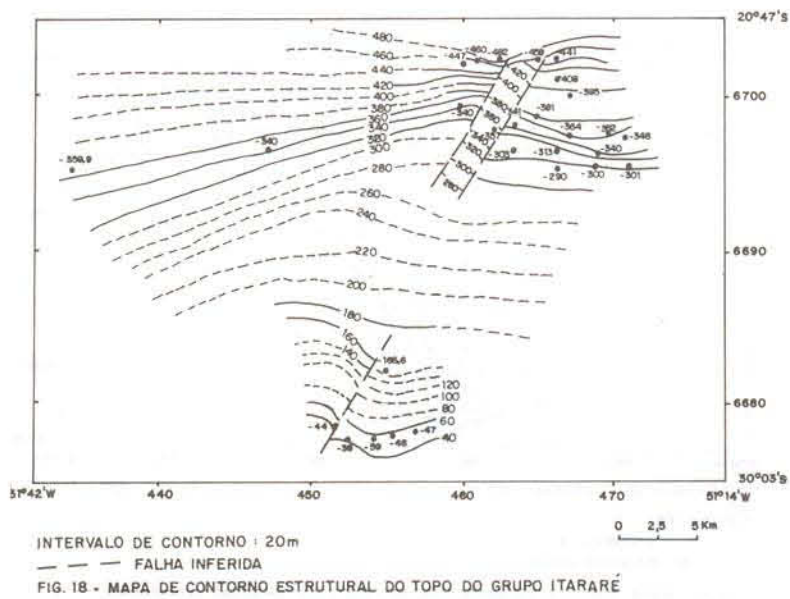


FIG. 18 - MAPA DE CONTORNO ESTRUTURAL DO TOPO DO GRUPO ITARARÉ

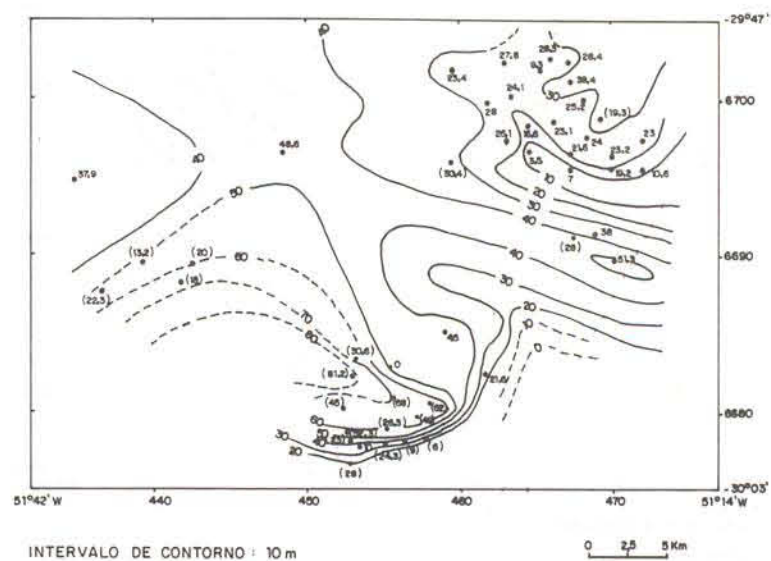


FIG. 19 - MAPA DE ISÓPACAS DA FORMAÇÃO RIO BONITO.

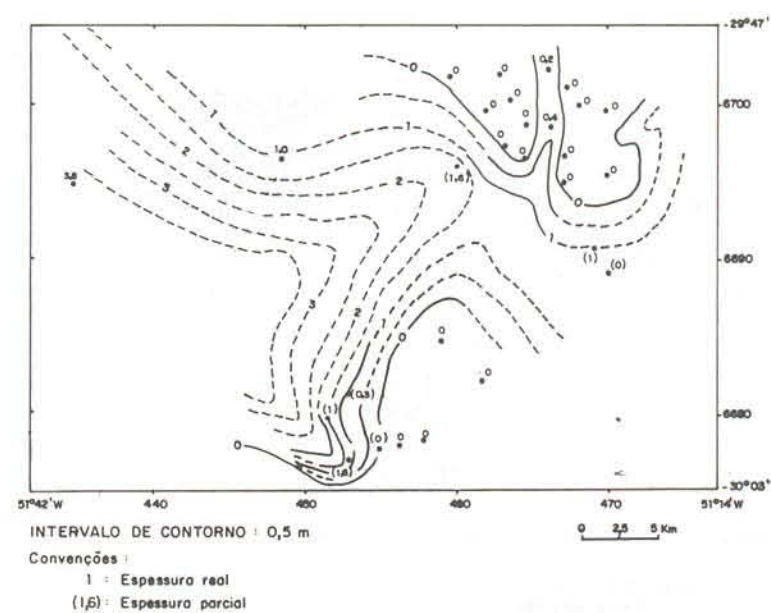


FIG. 20 - MAPA ISOLÍTICO DE ORTOCONGLOMERADOS DA FORMAÇÃO RIO BONITO.

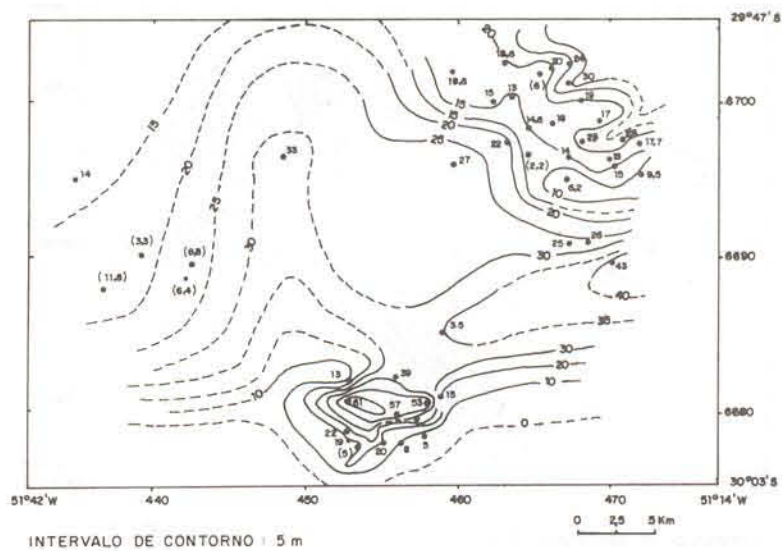


FIG. 23 - MAPA ISOLÍTICO DE PELITOS DA FORMAÇÃO RIO BONITO

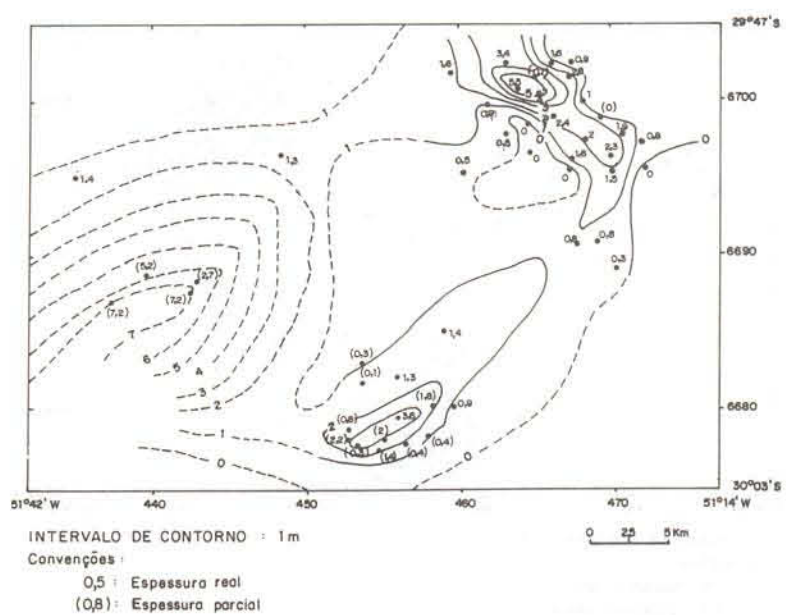


FIG. 24 - MAPA ISOLÍTICO DE PELITO CARBONOSO DA FORMAÇÃO RIO BONITO

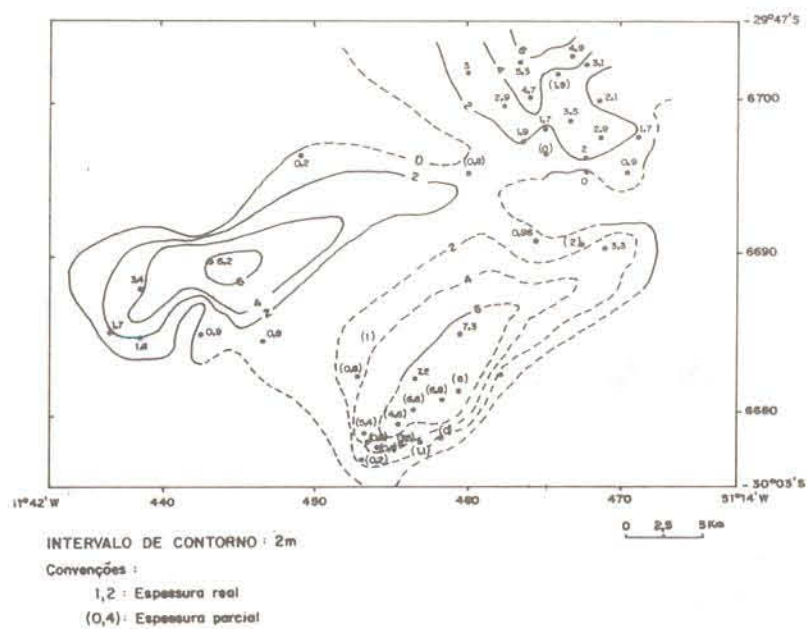


FIG. 25 - MAPA ISOLÍTICO DE CARVÃO DA FORMAÇÃO RIO BONITO.

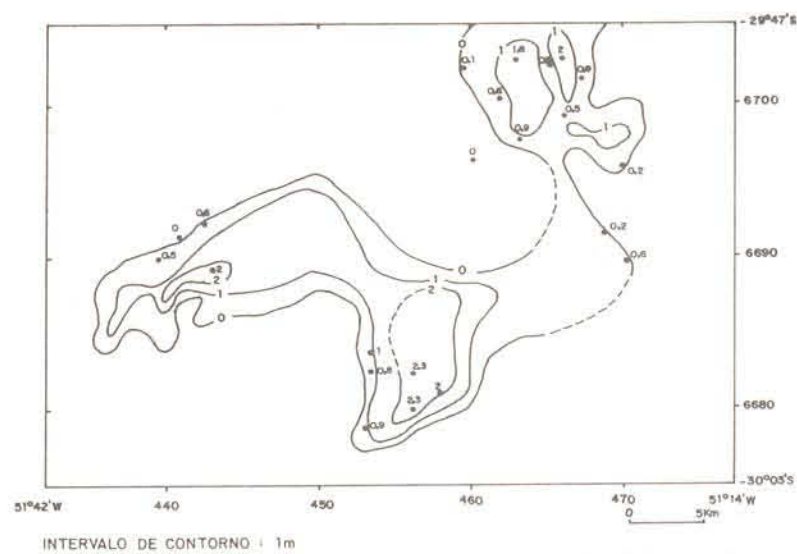
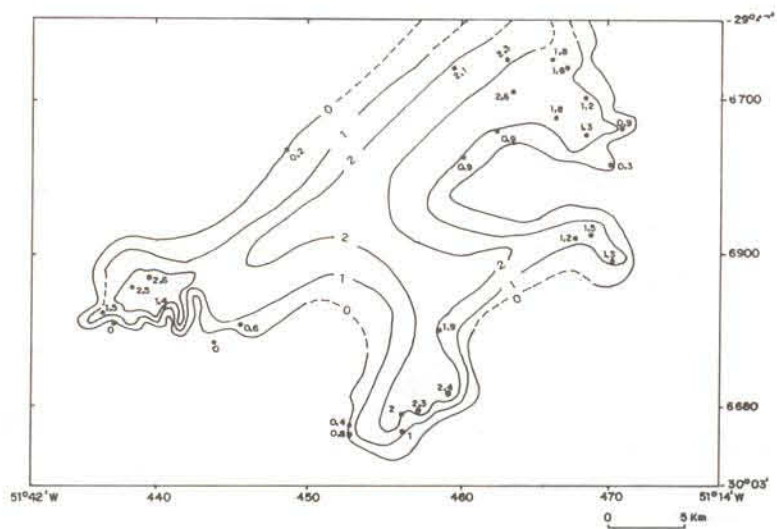
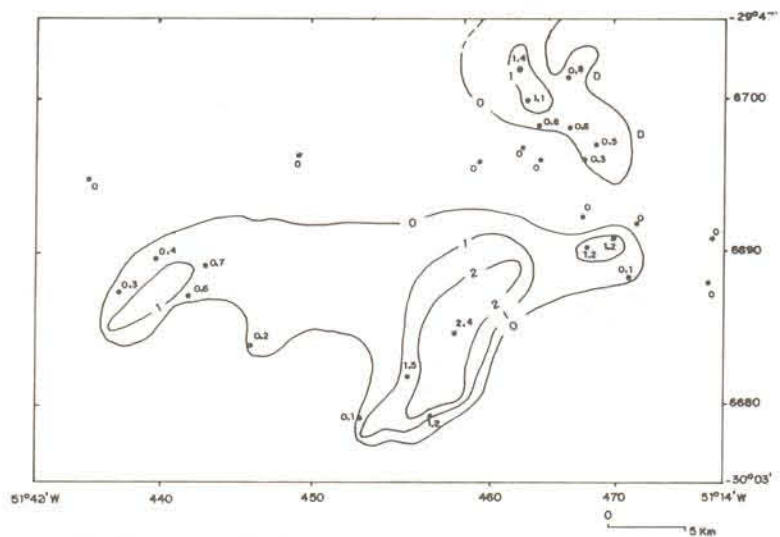


FIG. 26 - MAPA DE ISÓPACHAS DA CAMADA DE CARVÃO I2 B + I3 F.



INTERVALO DE CONTORNO : 1m

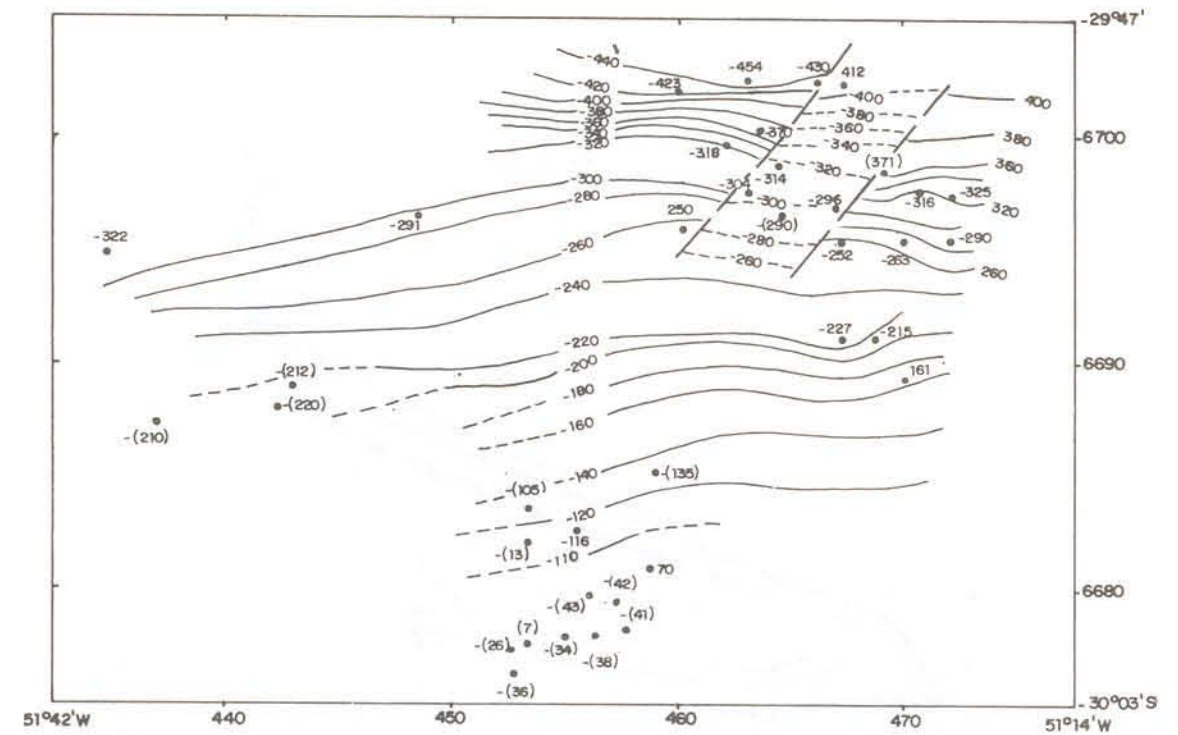
FIG. 27 - MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA DE CARVÃO 1^a F.



INTERVALO DE CONTORNO : 1m

D : ÁREA DE INTRUSÃO DE DIABÁSIO

FIG. 28 - MAPA DE ISÓPACAS DA CAMADA DE CARVÃO MB+SB.



INTERVALO DE CONTORNO: 20 m

(-34) DADOS PARCIAIS

— FALHA INFERIDA

0 2.5 5 Km

FIG. 29 - MAPA DE CONTORNO ESTRUTURAL DO TOPO DA FORMAÇÃO RIO BONITO

